



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“Diseño de una cámara frigorífica fotovoltaica para la conservación de
vacunas en el centro de salud del distrito de Chongoyape”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTOR:

Br. Huamán Fernández, José Guillermo (ORCID: 0000-0002-4121-9258)

ASESOR:

Dr. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos.

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios, por ser mí ser supremo.

A mí amada madre por su inmenso amor a mi padre por su apoyo incondicional, mi hijo Rodrigo y a mi esposa Cyndi, por su amor y paciencia.

Asimismo, a mis hermanos, y mi tía Tomasa que se involucraron en esta senda y me brindaron incondicionalmente su esfuerzo para cumplir con mi meta.

El Autor

Agradecimiento

*A la Universidad Cesar Vallejo Filial Chiclayo
Por haber aceptado ser parte de ella y
Abierto las puertas de su seno científico
Para poder estudiar mi carrera.
Un agradecimiento especial a las personas
Que me han proporcionado toda la información
Necesaria para elaborar este trabajo.*

José Guillermo Huamán Fernández

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Realidad Problemática.....	1
1.2 Trabajos Previos.	3
1.3 Teorías Relacionadas al tema.....	3
1.4 Formulación del Problema.....	10
1.5 Justificación del Estudio.	10
1.6 Hipótesis.	11
1.7 Objetivos.....	11
II. MÉTODO.....	12
2.1 Diseño de Investigación.	12
2.2 Variables, Operacionalización.	12
2.3 Población y Muestra.....	14
2.4 Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.....	14
2.5 Métodos de análisis de datos	14
2.6 Aspectos éticos.	14
III. RESULTADOS.....	15
3.1 Determinar los parámetros de conservación de las vacunas.....	15
3.2 Establecer el sistema de frío que este de acorde a la normativa.	18
3.3 Diseñar el sistema fotovoltaico que suministre energía al sistema de frío.	38
3.4 Determinar el costo económico del sistema de frío y sistema fotovoltaico	52

IV. DISCUSIÓN	55
V. CONCLUSIONES	59
VI. RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS	61
ANEXOS	63
Declaratoria de autenticidad	95
Acta de aprobación de originalidad de tesis	96
Página del jurado	97
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	98
Autorización de versión final del trabajo de investigación	99
Reporte turnitín	100

Índice de Tablas

Tabla 1. Niveles de temperatura para sistemas de refrigeración para vacunas.	17
Tabla 2. Datos totales recogidos desde enero 2018 a febrero del 2019.	18
Tabla 3. Parámetros estadísticos sobre los datos que se tomaron.	18
Tabla 4. Calculo de cantidad de vacunas según periodo.	19
Tabla 5. Medidas internas de la cámara de frio.	22
Tabla 6. Promedio de temperaturas desde febrero 2018 hasta febrero 2019 en °C.	23
Tabla 7. Área de las paredes de la cámara.	25
Tabla 8. Calor de perdida por las paredes de la cámara.	25
Tabla 9. Calor cedido por el motor de aire forzado.	26
Tabla 10. Calor cedido por la luminaria.	26
Tabla 11. Calor cedido por personas dependiendo la temperatura de la cámara.	26
Tabla 12. Carga térmica cedida por las personas.	27
Tabla 13. Cuadro de renovaciones al día de carga según el volumen de la cámara.	28
Tabla 14. Variación de entalpia por diferencia de temperatura entre exterior e interior de la cámara.	28
Tabla 15. Nueva tabla de variación de entalpia.	29
Tabla 16. Carga térmica por apertura de la puerta.	29
Tabla 17. Carga total que debe despejar la cámara de frio.	29
Tabla 18. Potencia total de la maquinaria para la cámara frigorífica.	30
Tabla 19. Parámetros para selección del evaporador.	32
Tabla 20. Potencia para selección del evaporador.	34
Tabla 21. Factor de corrección por refrigerante.	36
Tabla 22. Factor de corrección por altitud frente al nivel del mar.	36
Tabla 23. Calculo de potencia de condensador.	37
Tabla 24. Promedio de radiación solar en Chongoyape.	39
Tabla 25. Horas pico solar.	40
Tabla 26. Potencia de los equipos eléctricos.	40
Tabla 27. Energía requerida.	40
Tabla 28. Factores para iniciar el diseño.	41
Tabla 29. Factor de perdidas global.	41
Tabla 30. Cantidad de paneles en serie.	43
Tabla 31. Calculo de paneles en paralelo.	44

Tabla 32. Energía requerida por el banco.	45
Tabla 33. Capacidad nominal del banco de acumuladores.	46
Tabla 34. Capacidad de las baterías en AH por cada configuración de voltaje.	47
Tabla 35. Cantidad de baterías según arreglo en serie.	48
Tabla 36. Parámetros para selección de controladores.	49
Tabla 37. Calculo de numero de controladores de acuerdo al voltaje y amperaje.	50
Tabla 38. Potencia de cargas según fichas técnicas del cuarto frio.	51
Tabla 39. Potencia máxima para arranque de motores y carga.	51
Tabla 40. Parámetro para selección de inversor.	51
Tabla 41. Costo del sistema frio.	52
Tabla 42. Costo total de la instalación de la cámara de frio.....	53
Tabla 43. Costo de equipos para sistema solar.	53
Tabla 44. Costo de instalación del sistema fotovoltaico.	53
Tabla 45. Costo total del sistema.	54

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de funcionamiento de un refrigerador.	4
Figura 2. Ciclo inverso de Carnot.	5
Figura 3. Foto del formato para pedido de medicamento.	15
Figura 4. Medidas del empaque secundario para 500 dosis.	17
Figura 5. Representación de los valores estadísticos calculados sobre las vacunas.	19
Figura 6. Medidas de una cámara fría para las medidas y colocación de los estantes.	20
Figura 7. Estantes para vacunas del centro de salud de Chongoyape.	20
Figura 8. Espacio que se utiliza para estante y personal dentro de la cámara.	21
Figura 9. Altura de la cámara para centro de salud de Chongoyape.	21
Figura 10. Forma de la cámara de frío.	22
Figura 11. Extracto de la tabla de mantenimiento donde se identifica el refrigerante a utilizar.	30
Figura 12. Propiedades del refrigerante R404a.	30
Figura 13. Propiedades comparativas con el refrigerante R-502.	31
Figura 14. Ciclo de refrigeración.	31
Figura 15. Ciclo termodinámico del gas R404-A.	32
Figura 16. Salto térmico de la cámara DT1.	33
Figura 17. Factor de corrección considerando la temperatura interna.	33
Figura 18. Factor de corrección por refrigerante.	34
Figura 19. Resumen del catálogo para evaporadores intarcon de bajo perfil.	35
Figura 20. Curvas para determinar el factor de carga por compresión.	36
Figura 21. Selección del compresor.	37
Figura 22. Coordenadas de la posta de Chongoyape ubicadas en la herramienta virtual de la nasa.	38
Figura 23. Esquema general del Npp Y Nps.	42
Figura 24. Configuración del campo solar.	45

RESUMEN

La presente investigación se desarrolla en la posta del Distrito de Chongoyape presenta una investigación que pretende realizar una cámara de frío personalizada a la demanda de vacunas en la zona de estudio considerando la normativa actual sobre esta tecnología y debido a que la problemática establece la falta o baja calidad de la energía dentro de la zona se determina como parte de la misma investigación el diseño de un sistema fotovoltaico capaz de abastecer la cámara en los días más críticos de radiación. Con ello se pretende realizar una tecnología en conjunto que pueda almacenar la cantidad adecuada de vacuna para la zona y el asegurar su suministro energético no dependiente de la energía convencional suministrada por las redes eléctricas.

Palabras clave: Vacunas, Cadena de Frío, Chongoyape.

ABSTRACT

The present investigation is developed in the post of the District of Chongoyape presents an investigation that pretends to realize a camera of cold customized to the demand of vaccines in the zone of study considering the current norm on this technology and because the stable problematic the lack or Low quality of energy within the area is determined as part of the same research design of a photovoltaic system layers to supply the camera in the most critical days of radiation. This is intended to make a joint technology that can store the right amount of vaccine for the area and ensure its energy supply not dependent on conventional energy supplied by power grids.

Keywords: Vaccines, Cold Chain, Chongoyape.

I. INTRODUCCIÓN.

1.1 Realidad Problemática

1.1.1 A nivel internacional

La primera vacuna de la historia se utilizó en 1796 contra la viruela, y desde entonces el uso de estos productos biológicos ha evitado la muerte de 1.500 millones de personas. A pesar del consenso científico sobre su eficacia, este descubrimiento médico no ha dejado de tener detractores y en países como Estados Unidos o Francia ganan peso los movimientos contrarios a su uso, Las vacunas han situado en cifras mínimas la incidencia de dolencias tan graves como la viruela, la poliomielitis, el tétanos o el sarampión. La Organización Mundial de la Salud (OMS) y toda la comunidad científica mundial tiene claro que este hallazgo médico es hoy la forma más segura de recibir protección contra la enfermedad. **Franco (2018, párr. 1, párr. 2).**

La conservación de las vacunas es uno de los principales problemas que afecta a este sector salud considerando la importancia de mantener estas en condiciones que permitan su correcto mantenimiento, para esto se requiere una cadena de frío, de lo cual es conciencia para todos por ejemplo en argentina el Nodo de Salud 2 Rafaela del Ministerio de Salud de la Provincia está distribuyendo 36 nuevas heladeras a Centros de Salud de nuestra ciudad y otras localidades de la región que se destinarán para asegurar la adecuada conservación de las vacunas que se administran a toda la población en los efectores de salud. La Directora del Nodo de Salud 2 Rafaela, Dra. Marcela Kloster expresa que “La entrega de equipamiento para los Centros de salud permite que haya más cuidados en salud, mejor atención en salud más cerca de la gente. Que haya más equipamiento para conservar vacunas significa que aumenta la disponibilidad de este insumo en el centro de salud donde la personas acuden para realizar su vacunación” **(La opinión, 2018, párr. 2)**

1.1.2 A nivel Nacional.

En Perú todavía no se logra tasas de electrificación del 100% y aun en sectores donde existe tendido eléctrico las fallas en el servicio ponen en riesgo los lotes de vacunas y por ende el tratamiento preventivo a las enfermedades, la Defensoría del Pueblo de Lambayeque intervino de oficio para evitar que se pierda el lote de 500 vacunas contra la influenza en los centros de salud del distrito altoandino de Cañarís. La comisionada de la oficina defensorial, Dra. Evony Gómez, indicó que

solicitaron a Electronorte la reposición inmediata del servicio de energía eléctrica en los caseríos de Chilasque, Huacapampa, Hierba Buena y Pandachi, ante el riesgo que corren las vacunas, debido a la falta de luz desde hace 10 días. Preciso que tras enterarse del problema a través de RPP Noticias, intervinieron debido a que las vacunas necesitan de una cadena de frío para su conservación, y si llegarán a malograrse ocasionarían un grave daño a la salud y pérdidas al Estado (**RPP noticias, 2018, párr. 1, párr. 2, párr. 3**).

La cadena de frío es un importante elemento en la conservación de vacunas si no es que el más importante de ellos. La negligencia en cuanto a este dispositivo puede perjudicar gravemente la conservación de vacunas por ejemplo en caso del almacén regional de Lambayeque donde un total de 80 mil 683 dosis de cinco tipos de vacunas quedaron inservibles, tras la ruptura de la cadena de frío, así lo confirmó un informe del Ministerio de Salud. El director Ejecutivo de Salud a las Personas de la Gerencia Regional de Salud, Pedro Cruzado Puente, precisó que se analizó 15 tipos de vacunas, determinando que cinco no pueden ser aplicadas a los menores de 5 años (**RPP noticias, 2016, párr. 1, párr. 2**).

1.1.3 A nivel Local.

La comunidad de Chongoyape no es ajena a mantener las vacunas dentro de su centro de salud en óptimas condiciones con sus cadenas de frío, actualmente se cuenta con neveras que funcionan a disposición del suministro de energía, los cortes de luz son las principales causas del desabastecimiento de estas ya que al no tener sistemas de respaldo o congeladoras que no requieran energía eléctrica directamente de la concesionaria, no pueden albergar la cantidad de vacunas requeridas por la población teniendo con esto un gran problema en el suministro de vacunas.

1.2 Trabajos Previos.

Aguilar (2017) en su tesis “Evaluación energética de sistemas de refrigeración solar en Piura usando el software TRNSYS” para obtener el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas, cuyo objetivo fue evaluar sistemas de refrigeración solar, que demanden menor energía al sistema eléctrico, o en el mejor de los casos se vuelva independiente en esta concluye tener en cuenta el tipo de refrigerante apuntando a trabajar con uno que sea amigable con el medio ambiente, los niveles de ruido también deben estar considerados en el proyecto estos según la normativa de Ergonomía en 55 y 65 decibelios, se establece el sistema fotovoltaico considerando que trabajara aun en la condición más desfavorable, los análisis de energía renovable son más eficientes haciendo uso de un software de simulación cuando se establece una metodología, pues trabaja como herramientas para optimizar diseños el usado en esta investigación fue TRNSYS 17.

Trujeque (2017) en su investigación “Diseño de refrigerador solar por adsorción para clima cálido húmedo” para optar el título de Magister en Tecnología Avanzada cuyo objetivo fue realizar un dimensionamiento de un sistema de refrigeración por adsorción para un volumen de un litro para el clima cálido húmedo en el cual concluye que se realizaron 12 posibles combinaciones entre los materiales usados como absorbentes y como fluidos de trabajo, midió todos los casos el límite de absorción de los fluidos a temperatura ambiente, obteniendo que para el agua las zeolitas adsorben típicamente de 23-27% mientras las sílicas 11-13%, para el metanol las zeolitas se mantuvieron en 23-25% y las sílicas alrededor de 10%, para el etanol las zeolitas alrededor del 18% y las sílicas 13%. Para lograr temperaturas de refrigeración de 3°C los cálculos arrojan que se requiere una presión de trabajo de 0.7mBar para el caso del agua y 4mbar para el caso del metanol.

1.3 Teorías Relacionadas al tema.

1.3.1 Refrigeradores

Los refrigeradores son dispositivos que trabajan en ciclos con un fluido de trabajo utilizando ciclos de refrigeración, el fluido de trabajo suele llamarse refrigerante. En la figura se muestra el diagrama típico de funcionamiento de un refrigerador donde QL es el calor extraído del espacio que se piensa refrigerar a una temperatura TL; QH es el calor liberado hacia el ambiente a una temperatura TH, y el trabajo de entrada

W_{neto} , entrada es la energía que requiere el refrigerador para lograr extraer calor de un espacio a menos temperatura que el medio ambiente. (Sengel, 2016, p. 617).

El desempeño en los refrigeradores se mide por medio de un coeficiente llamado coeficiente de desempeño (COP), llamado también coeficiente de performance, que se expresa (Sengel, 2016, p. 617).

$$\text{COP}_R = \frac{\text{Salida deseada}}{\text{Entrada requerida}} = \frac{\text{Efecto de enfriamiento}}{\text{Entrada de trabajo}} = \frac{Q_L}{W_{\text{neto, entrada}}}$$

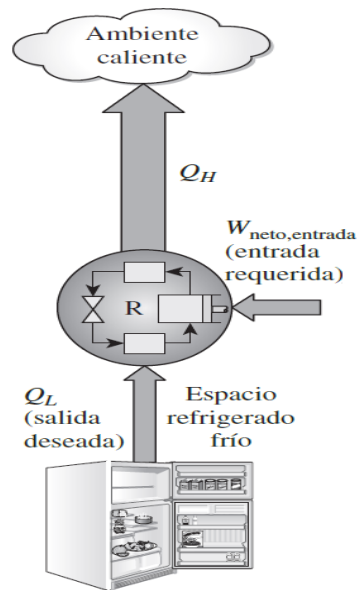


Figura 1. Esquema de funcionamiento de un refrigerador.

1.3.2 Ciclo invertido de Carnot

Este es un ciclo que es totalmente reversible se compone de cuatro procesos dos de ellos isentropico y los otros dos isotérmicos. Este es un ciclo que permite compararse con otros procesos de potencia reales y es un limitante de cuánto podría un ciclo real producir ya que se establece para ciertos límites de temperaturas (Sengel, 2016, p. 618).

Considerando que un ciclo de Carnot invertido se ejecuta dentro de una campana de saturación para un fluido refrigerante, este absorbe calos isotérmicamente de una fuente de baja temperatura, se comprime isentrópicamente elevando su temperatura, y después rechaza el calor isotérmicamente en una fuente de alta temperatura, después se expande hasta regresar a la posición donde empezó el ciclo. En el condensador se produce un cambio de estado del fluido de trabajo que pasa de vapor saturado a liquido saturado (Sengel, 2016, p. 618).

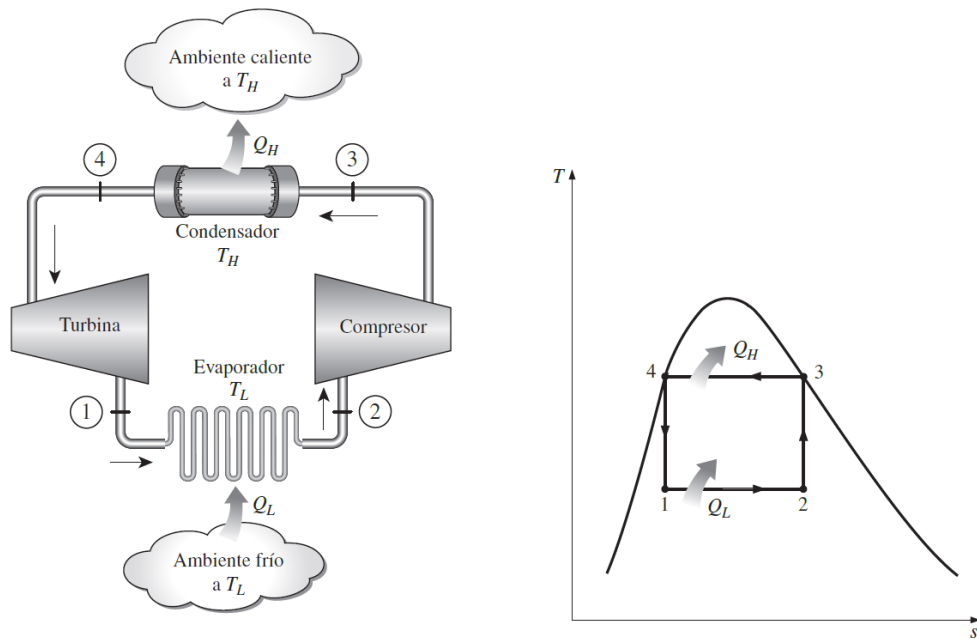


Figura 2. Ciclo inverso de Carnot.

1.3.3 Cadena de frío

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) define a la cadena de frío como un conjunto de procesos que trabajan fuertemente unidos, uno a continuación del otro. Se inicia con la fabricación del biológico luego con el almacenamiento, conservación y transporte de la vacuna, hasta llegar a su estado final que es la aplicación y a las personas beneficiarias (**Dirección General de Epidemiología, 2017, p. 20**).

Calderón (2015, p. 08), manifiesta que es un conjunto de elementos estructurados para la consistencia, empleo y designación de vacunas dentro de los niveles de temperatura, constituidos para su capacidad inmunológica. Principiando por un proceso productivo hasta culminar con la utilización del usuario final.

La cadena de frío, para asegurar el proceso de conservación comprende los siguientes conjuntos de refrigerantes primero la cámara fría que puede ser permanente o modular, los frigoríficos y las vasijas (**Dirección General de Epidemiología, 2017, p. 24**).

1.3.4 Proceso de la cadena de frío.

a) Capacidad de almacenamiento.

En el almacenamiento de vacunas en un 50% solo se puede aprovechar hasta la mitad de su capacidad y si no presenta espacio libre, se recurre a un plan de contingencia (Calderón, 2015, p. 09).

b) Entrega y recepción de vacuna.

Este proceso se basa en inspeccionar las vacunas para sus aspectos de temperatura además de las particularidades físicas (Calderón, 2015, p. 09).

c) Acumulación de vacunas.

Para conservar los productos de manera satisfactoria, nos va a permitir mantener sus características inmunogénicas en las cámaras frigoríficas (Dirección General de Epidemiología, 2017, p. 20).

Calderón (2015, p. 09), hace referencia que es un proceso de conservación para su permanencia en el depósito. Fidelizando temperaturas dentro de los niveles establecidos, para que lleguen en óptimas condiciones para sus fines de utilización. La vacuna debe ser colocada en la cámara frigorífica de forma inmediata verificando su temperatura estándar. Para poder asegurar su registro correcto de las cajas térmicas dentro de la cámara, deben ser introducidas sin ser manipuladas y ubicadas con su empaque original una debajo de otra de forma diagonal para su enfriamiento correcto, tomando en cuenta las indicaciones del fabricante. Además, estas cámaras deben ser de uso único para acumulamiento y preservación de elementos biológico de utilización humana (Dirección General de Epidemiología, 2017, p. 25).

d) Almacenamiento de vacunas en zonas con temperaturas extremas.

Área geográfica con alta temperatura ambiental.

Los depósitos de vacunas en zonas con temperaturas elevadas, deben tener un procedimiento de climatización, para su mantenimiento a niveles establecidos.

Área geográfica con baja temperatura ambiental:

Los depósitos de vacunas en zonas a temperaturas bajas +2°C, deben tener utilización de calefacción para su conservación estable.

Temperatura y tiempo de almacenaje de las vacunas.

Estos productos se deben conservar en sus propiedades inmunológicas, hasta su fecha de vencimiento especificado por el fabricante, su temperatura debe estar

entre +2°C a +8°C. El aplicativo liquido externo de la vacuna debe ser refrigerado 60 minutos antes de utilizarlo, y las liofilizadas a temperaturas a niveles establecidos hasta su aplicación, una vez usadas dejaran de ser utilizadas (Calderón, 2015, p. 09).

Control de temperatura de almacenaje.

Los registros de rangos de temperatura son controlados al principio y finalización de las actividades laborales, en la documentación establecida por el organismo de salud.

d) Prevención de la congelación de los frascos de vacunas

Manifiesta que los productos como la vacuna HVB, DT pediátrico, DT adulto, Pentavalente y DPT, no se les debe congelar a los rangos establecidos de conservación, evitando su enfriamiento y así disminuir las pérdidas producidas por este efecto. En lugares donde los niveles de temperatura descienden a 0°C, en estos casos existe la probabilidad de congelación. (Calderón, 2015, p. 11).

f) Control de calidad de las vacunas

Especifica que la confiabilidad y garantía de estos productos, son dadas por el fabricante antes de su transacción y asignación. Y el organismo Nacional de Salud es el encargado de monitorear la calidad de estos productos en todo el país. Si ocurriera algún desperfecto con la cadena de frio, estos productos serán sometidos a pruebas para determinar su calidad y los costos que estos demandan previa comunicación a niveles superiores, se tomaran acciones a seguir al respecto (Calderón, 2015, p. 12).

1.3.5 Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es un tipo de energía que puede ser convertida en energía eléctrica por medio de tecnologías especiales basadas en silicio integradas por células fotovoltaicas que forman módulos solares. Este tipo de energía puede ser integrada a la red eléctrica de manera directa o se puede almacenar en tecnologías correspondientes a esta función. (Méndez y Cuervo, 2007, p.28).

A la tierra solo llega un tercio de la inercia total que irradia el sol el resto es interceptada por la atmosfera y de esta el 70% cae en el mar, aun así, su cantidad es varios miles de veces el consumo energético mundial. (Méndez y Cuervo, 2007, p.28).

1.3.6 Fundamentos de tecnología fotovoltaica

La energía fotovoltaica se debe al efecto llamado fotoeléctrico, este efecto se da por materiales con propiedades especiales que absorben fotones y desplazan electrones creando una corriente eléctrica. Este proceso se logra gracias a tecnologías que se constituyen por ciertos materiales que tienen la característica de absorber fotones y entregar electrones a cambio de esta absorción, al tener electrones libres en la materia estos son capturados y dirigidos en un sentido y logrando así una corriente eléctrica aprovechable por el ser humano. **(Salazar, 2014, p. 26).**

La fabricación de las células fotovoltaicas que componen los paneles tiene un proceso muy delicado, aunque se da siempre particularmente. El físico Edmundo Becquerel en 1839 fue el primero en comprobar el efecto fotoeléctrico, en 1873 y 1900 Wilbughby Smith y Lenard hicieron lo propio respectivamente observando dicho efecto, pero en condiciones diferentes. Albert Einstein en 1921 para el premio Nobel en Física por su investigación en la que explica el efecto fotovoltaico describiendo la naturaleza de la luz, dicha investigación se basa en la tecnología fotovoltaica. Sin embargo, en 1954 cuando se construye el primer módulo fotovoltaico en los Laboratorios Bell solo se considera como un experimento ya que se logra bajo un costo demasiado elevado para poder salir al mercado en una producción a gran escala. **(Salazar, 2014, p.27).**

La fabricación de celular fotovoltaicas se logra mediante una rejilla semiconductor que se trata mediante químicos de manera especial para poder formar un campo eléctrico en ella, creando un polo negativo en un lado y uno positivo en el opuesto, cuando el espectro de luz toca la célula los electrones se mueven en el material semiconductor. Colocando en serie o en paralelo varias células eléctricas considerando la unión del lado positivo o negativo se logra un circuito eléctrico creando un movimiento de electrones que al dirigirlos y capturarlos en un sentido forman una corriente eléctrica. **(Salazar, 2014, p.28).**

1.3.7 Sistema aislado de energía solar fotovoltaico

Esta tecnología se muestra ideal para generar energía en lugares alejados, en zonas de difícil acceso para toda la demanda de accesorios y equipos que se disponen para la conexión eléctrica de las redes. Esta tecnología está basada en que se pueda disponer del recurso de energía eléctrica en zonas donde no se puede llevar electricidad por medios convencionales que son las redes eléctricas es decir en zonas como refugios de montaña, instalaciones ganaderas, casas de campo, sistemas de bombeo de agua, sistemas de comunicaciones, sistemas de iluminación, etc. la característica más explícita de un sistema aislado es aparte de la conversión de energía por medios fotovoltaicos es el almacenamiento de este en acumuladores o baterías solares las que se componen muchas veces por varias tecnologías de este tipo creando bancos de ellas. (C. Monosalvas, 2014, p. 28).

Para determinar los sistemas fotovoltaicos existen conceptos propios de esta generación que son entendibles, pero no muy conocidos, el convertidor cuando se requiera utilizar uno es un dispositivo encargado de transformar la energía eléctrica que se genera por los módulos fotovoltaicos y se almacena en baterías en forma de corriente directa en corriente alterna para ser utilizada por las cargas tradicionales que se usan en cualquier consumo, esta conversión la realiza de forma controlada y depende totalmente de la carga a alimentar. (C, Monosalvas, 2014, p. 28).

Los parámetros básicos de los sistemas fotovoltaicos se establecen en los siguientes conceptos como la potencia de los paneles solares que se mide en Vatios Pico (Wp), la regulación de la carga que se determina en amperios (A), el almacenamiento de la corriente en baterías que se establece en amperios hora (Ah), el consumo a alimentar que se determina en vatios hora como energía (Wh) y la potencia que debe tener el convertidor. (C, Monosalvas, 2014, p. 28).

1.3.8 Componentes de un sistema fotovoltaico autónomo

Modulo fotovoltaico. - Las características eléctricas de una célula no son suficientes para alimentar las cargas convencionales. Es necesario realizar agrupaciones en serie y paralelo para entregar tensión y corriente adecuadas. Un módulo fotovoltaico es una asociación de células a las que protege

físicamente de la intemperie y aísla eléctricamente del exterior, dando rigidez mecánica al conjunto **(Perpiñán, 2018, p. 57).**

Acumulador. - Un acumulador electroquímico es una batería secundaria o recargable, capaz de almacenar energía eléctrica mediante una transformación en energía electroquímica. Es capaz de dar autonomía al sistema fotovoltaico al satisfacer los requerimientos de consumo en cualquier momento, independientemente de la generación. También contribuye al buen funcionamiento del sistema al aportar picos de intensidad superiores a los que proporciona el generador FV y al estabilizar el voltaje del sistema, evitando fluctuaciones dañinas en los equipos de consumo. **(Perpiñán, 2018, p. 94)**

Regulador. - Un regulador de carga es un equipo electrónico capaz de evitar la sobrecarga y la descarga excesiva de un acumulador cuando se alcanzan determinados umbrales, generalmente determinados por la tensión en bornes de la batería. **(Perpiñán, 2018, p.101).**

Inversor. - La señal de potencia suministrada por un generador fotovoltaico iluminado es en tensión continua, que debe ser acondicionada para permitir el correcto acoplamiento a la red eléctrica. El equipo de acondicionamiento de potencia, denominado inversor DC/AC, realiza la conversión de continua a alterna cumpliendo con determinados requisitos de tensión eficaz, frecuencia, distorsión armónica de las ondas de tensión y corriente, eficiencia y rendimiento, seguridad eléctrica, etc. **(Perpiñán, 2018, p. 69).**

1.4 Formulación del Problema

¿Diseñar una cámara frigorífica fotovoltaica podrá conservar las vacunas en el centro de salud del distrito de Chongoyape?

1.5 Justificación del Estudio.

Técnica

La justificación técnica radica en que se cambiara la modalidad de acción en cuanto al almacenamiento de vacunas en el centro de salud del distrito de Chongoyape, otorgando una mejor disposición de las vacunas generando otra técnica en cuanto al trabajo con estas mejorando su disposición y la facilidad para los especialistas.

Ambiental

El tema ambiental se respeta en toda la investigación y se justifica por ser el resultado que se planta obtener una tecnología que genere su consumo con energía renovable,

con ellos se reduce el consumo de la red la cual dispone de energía térmica cuando las hidroeléctricas llegan a su tope en generación, lo cual representa que esta tecnología apoya al medio ambiente al reducir su consumo de la red eléctrica.

Económico

La justificación económica se desprende por el transporte que genera no tener ambientes que puedan almacenar la cantidad requerida de vacunas para el distrito en el centro de salud, esto conlleva a tener que transportar en vehículos acondicionados las vacunas en más de un viaje o en otras palabras en más viajes de los requeridos para transportar las vacunas necesarias para el distrito, al tener un ambiente que puede albergar la cantidad requerida de vacunas estos viajes se reducirán y se evitar este gasto.

Social

La justificación social es más que evidente ya se tendría dentro del centro de salud disposición de las vacunas para la población y se podría asegurar que todas las personas del distrito puedan acceder a ella sin tener que hacer largos viajes a veces fuera de sus posibilidades para recibirlas, recordando la importancia que tiene una vacuna dentro de la sociedad la importancia de investigaciones como esta es radical.

1.6 Hipótesis.

Si se diseña una cámara frigorífica fotovoltaica se podrá conservar las vacunas en el centro de salud del distrito de Chongoyape.

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivo General

Diseñar una cámara frigorífica fotovoltaica para la conservación de vacunas en el centro de salud del distrito de Chongoyape.

1.7.2 Objetivos Específicos.

- A. Determinar los parámetros de conservación de las vacunas.
- B. Establecer el sistema de frío que este de acorde a la normativa.
- C. Diseñar el sistema fotovoltaico que suministre energía al sistema de frío.
- D. Determinar el costo económico del sistema de frío y sistema fotovoltaico.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de Investigación.

Tipo de investigación

Aplicada. – Los resultados que se obtuvieron de esta investigación podrán ser utilizados directamente para la automatización de la máquina escarificadora.

Diseño

No experimental. – Ya que no se experimentó con las variables para medir sus resultados.

2.2 Variables, Operacionalización.

2.2.1 Variable Independiente

Diseño de una cámara frigorífica fotovoltaica.

2.2.2 Variable Dependiente.

Conservación de vacunas.

2.2.3 Operacionalización de las Variables.

Variable independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
Diseño de una cámara frigorífica fotovoltaica	Refrigeradora solar fabricada que utiliza paneles solares y convierte la energía solar en energía eléctrica para su funcionamiento (MINSA, 2017, p. 6)	Determinar las condiciones de almacenamiento para vacunas	Temperatura (C°)	Razón
			Espacio (cm3/vacuna)	Intervalo
		Seleccionar el equipo de frio adecuado a la necesidad	Temperatura (C°)	Razón
			Espacio (m3)	Intervalo
		Diseñar sistema fotovoltaico para sistema de frio	Energía (kWh)	Razón
Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
Conservación de vacunas	En la cualidad de resistir la degradación física o química sin sufrir alteración de su capacidad para producir respuesta inmunitaria adecuada y esperada (MINSA, 2017, p. 6)	Determinar tiempo de espacio del requerimiento de vacunas	Espacio (m3/lote)	Razón

2.3 Población y Muestra.

2.3.1 Población menstrual.

Condiciones de funcionamiento de las cadenas de frío

Personal del centro de salud de Chongoyape

2.4 Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.

2.4.1 Técnicas de Recolección de Datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	USO
Observación directa	Ficha de observación directa	Se usó para obtener las dimensiones de los ambientes relacionados
Encuesta	Banco de preguntas de la encuesta	Se usó para obtener las condiciones de trabajo en el centro de salud
Análisis de documentos	Ficha de análisis de documentos	Se usó para obtener los parámetros de diseño para el sistema de frío

2.5 Métodos de análisis de datos.

Para esta investigación se utilizó estadística descriptiva con la que se establecieron herramientas que permitieron estandarizar datos para el análisis de la generación fotovoltaicas como promedios o varianzas con lo que se determinó tendencias por medio de tablas y gráficos.

2.6 Aspectos éticos.

El aspecto ético se respetó en todo momento del desarrollo de la investigación siguiendo las condiciones que estipulan como un desempeño ético el desarrollo de un ingeniero según el código Ontológico del Colegio de Ingenieros del Perú el cual describe que el ingeniero es un profesional que cumple con los estándares de moral en especial su desempeño con vocación de servicio que debe ser ético y objetivo. Bajos los cuales se sientan las bases del desarrollo profesional en el Perú.

III. RESULTADOS

3.1 Determinar los parámetros de conservación de las vacunas.

3.1.1 Temperatura.

El desarrollo de este objetivo determina qué tipo de vacunas son utilizadas en el centro médico de Chongoyape según el “FORMATO ESTÁNDAR DE PEDIDO DE MEDICAMENTO” que se otorgó por el personal del centro:

ANEXO N° 6

FORMATO ESTANDAR DE REQUERIMIENTO DE MEDICAMENTOS

Mod / Microred _____
Nombre del Centro o Puesto de Salud _____
Requerimiento Correspondiente al mes de FEBRERO _____

FECHA: 15-02-2010
C.E.S. "Victor Enrique Tirado Bonilla"- Chongoyape
Pedro

N° ORDEN	NOMBRE(Denominación Común Internacional)	CONCENTRACION	FORMA FARMACEUTICA	PRESENTACION	CANTIDAD
1	Vacuna HVA Polivalente	FCO			10-10 ✓
2	Vacuna DTC	FCO			10 ✓
3	Vacuna Pentavalente	FCO			10 ✓
4	Vacuna Rotavir	FCO			10 ✓
5	Vacuna TPC	FCO			10 ✓
6	Vacuna BCG	FCO			10 ✓
7	Vacuna Sif. Pedigree	FCO			10 ✓
8	Vacuna DTI Solista	FCO			10 ✓
9	Vacuna SPA	FCO			10 ✓
10	Vacuna Varicela	FCO			10 ✓
11	Vacuna Da PT	FCO			10 ✓
12	Vacuna DT Polivalente	FCO			10 ✓
13	Vacuna Haemophilus Influenza	FCO			10 ✓
14	Vacuna OPT A	FCO			10 ✓
15	Vacuna DPT	FCO			10 ✓
16	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
17	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
18	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
19	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
20	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
21	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
22	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
23	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
24	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
25	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
26	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
27	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
28	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
29	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
30	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
31	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
32	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
33	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
34	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓
35	Sulfamida Imiprimo tipo B	FCO			10 ✓

CONSTANCIA DE ATENCION POR EL SISMED

Dejo Constancia que he sido atendido(a) en el Almacén del SISMED con medicamentos según nuestro requerimiento excepto en los siguientes productos:

1. Constancia
2. Constancia
3. Constancia
4. Constancia
5. Constancia
6. Constancia
7. Constancia

Firma y Sello del Responsable de Farmacia
Librería Electoral / DNÍ

Firma y Sello del Almacén Especializado

MINISTERIO DE SALUD
SECRETARIA DE SALUD
DIRECCION GENERAL DE FARMACIAS Y ALMACENES
ALMACEN ESPECIALIZADO
CAROLINA GARCIA
FARMACIA

LIBRERIA ELECTORAL / DNÍ

Alm. de la Estación Sanitaria
Municipal de Intendencia

Figura 3. Foto del formato para pedido de medicamento.

Con lo cual se determinó un registro de cada vacuna:

- HVB PEDIÁTRICA
- BCG
- PENTAVALENTE
- ROTAVIRUS
- IPV

- NEUMOCOCO
- INFLUENZA PEDIÁTRICA
- D/T ADULTO
- SPR
- VARICELA
- DA DT
- DT PEDIÁTRICA
- HAEMOPHETE INFLUENZA
- DPTA
- DPT
- INFLUENZA TIPO B
- ANTIOMORETICA

Según la normativa NTS N° 136- MINSA/2017/DGIESP, que regula el manejo de la cadena de frío en las inmunizaciones (vacunas). Esta establece que para las vacunas que se tienen en pedido según el formato mencionado anteriormente, deben mantenerse entre 2°C a 8°C solamente la excluyente que como se puede determinar en la lista no es pedida por el centro médico el APO (anti polio oral) debe mantenerse a -15°C a -25°C, cuya veracidad puede determinarse por el anexo 1 de la presente investigación donde se adjunta parte de la normativa para validar estos datos.

3.1.2 Espacio.

Según el punto “5.2.3.1 Calculo del volumen de dosis de las vacunas” el volumen de las dosis a congelar debe ser considerado según el empaque secundario, el número de frascos en empaque secundario y numero de vacunas por frasco lo que establece anexo 3 de la NTS N° 136- MINSA/2017/DGIESP se muestra que cada empaque secundario tendrá una las siguientes dimensiones de:

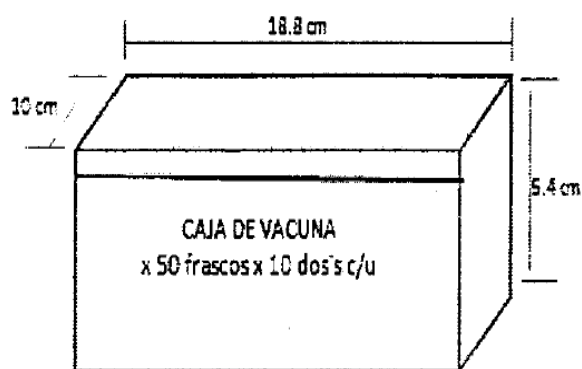


Figura 4. Medidas del empaque secundario para 500 dosis.

Basado en la misma norma que sirve de guía para cumplir con los parámetros el equipo de frío debe considerar el 25% de stock de la reserva mínima.

3.1.3 Control.

Lo que registra la normativa es que el equipo de frío debe tener un parámetro de control de la temperatura externo que muestre y que permita manipular el parámetro, esto debido a que se debe de registrar la temperatura y las variaciones corregirlas para establecer el comportamiento de las vacunas durante su almacenamiento. Se debe designar a dos personas como mínimo para el control de la temperatura por tres veces al día. El control se da en tres niveles temperatura ideal, oscilación de la temperatura, temperatura de alerta y peligro de ruptura de cadena de frío.

Tabla 1. Niveles de temperatura para sistemas de refrigeración para vacunas.

Nivel	Ubicación	Temperatura	Acción a tomar
		°C	
Ruptura de cadena de frío	Sobre	8	Trasladar las vacunas a un termo o caja transportadora
	Debajo	0	
Zona de Alerta	Entre	7-8	Revisar el punto de calibración
	Entre	3-2	
Oscilación de temperatura	Entre	6-7	Verificar el comportamiento del refrigerador
	Entre	4-3	
Calibración Ideal	Entre	4-6	Ninguno

Fuente: Anexo 9^a - NTS N° 136- MINSA/2017/DGIESP.

3.2 Establecer el sistema de frío que este de acorde a la normativa.

3.2.1 Volumen y/o capacidad del sistema de refrigeración

Para esto se deberá determinar la cantidad de vacunas que se deben tener en el centro médico, según la norma de salud esta debe ser igual al 25% más que la reserva mínima, por lo tanto, considerando el recojo de datos por medio de la ficha de análisis de documento (ver ANEXO 02), se tuvo:

Tabla 2. Datos totales recogidos desde enero 2018 a febrero del 2019.

MESES		CANTIDAD
1	Enero	296
2	Febrero	292
3	Marzo	298
4	Abril	288
5	Mayo	295
6	Junio	293
7	Julio	299
8	Agosto	287
9	Setiembre	277
10	Octubre	289
11	Noviembre	288
12	Diciembre	291
13	Enero	276
14	Febrero	289

Fuente: Centro Medico de Salud de Chongoyape.

Considerando los datos obtenidos elaboramos los cálculos de la estadística descriptiva que nos permitirá tener un panorama sobre las vacunas que se requieren:

Tabla 3. Parámetros estadísticos sobre los datos que se tomaron.

Cantidad	14
media	289.96
Desviacion estandar	6.81
Varianza	46.44
Mínimo	276
Máximo	299

Fuente: Propia

De manera gráfica representamos los cálculos estadísticos:

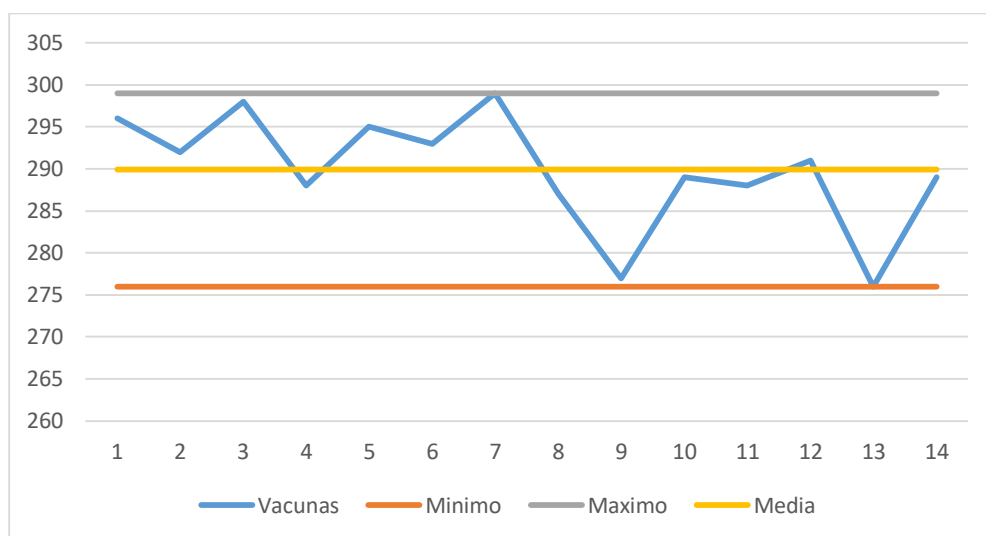


Figura 5. Representación de los valores estadísticos calculados sobre las vacunas.

Como se mencionó la normativa exige que el rango de almacenamiento sea el 25% de la reserva mínima, esta reserva debe ser el promedio de las vacunas aplicadas y multiplicarse por un factor de pérdidas de 1.2 según el anexo 04 de la norma de salud, tomando como base el formato de dicho anexo se calcula:

Tabla 4. Cálculo de cantidad de vacunas según periodo.

Vacuna	Factor de perdida	Reserva de stock	Volumen anual	Volumen trimestral	Volumen mensual
289.96	1.2	25%	5219.28	1304.82	434.94

Fuente: Propia.

Las vacunas pueden mantenerse con una base de almacenamiento de 1 años para todas en general si se tienen los parámetros de conservación establecidos (la justificación de esta afirmación se plantea en el anexo 03 de este documento). Por lo que el volumen de vacunas que se conservara será el de un año, 5219.28 la fracción se redondeara considerando que las canastillas donde se colocaran solo ingresan 500 vacunas lo que establecería tener 10.48 aproximándolo al entero superior 11.

3.2.2 Volumen del espacio a refrigerar.

De acuerdo a lo calculado se deberá tener un espacio suficiente para el andamio y el personal dentro del equipo de frío. Según la normativa el andamio debe estar separado 15 cm de la pared del cuarto y por debajo del equipo que recircula el aire frío.

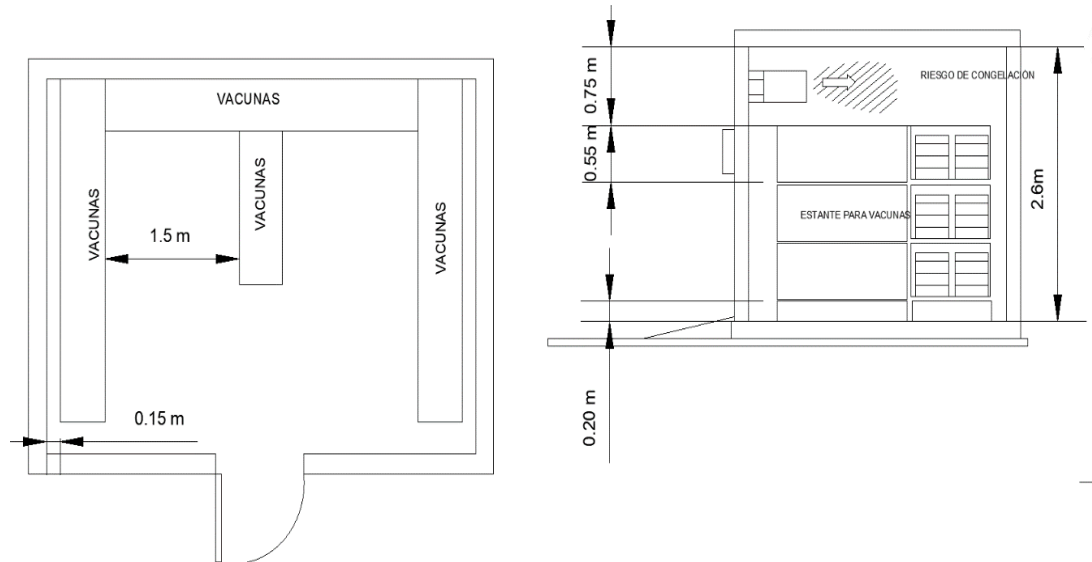


Figura 6. Medidas de una cámara fría para las medidas y colocación de los estantes.

El estante que se genere deberá soportar las 11 cajas de vacunas con lo planteando la forma de este se deberá tener:

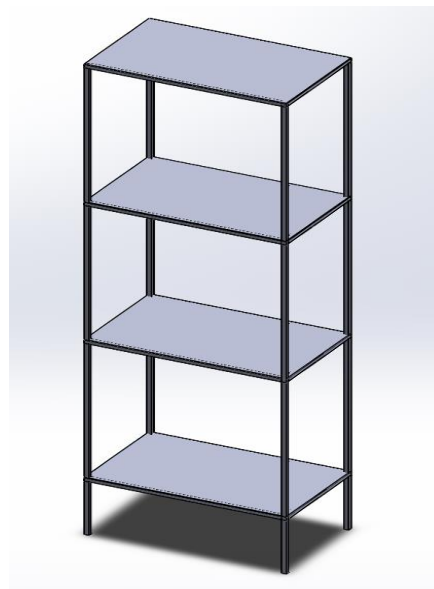


Figura 7. Estantes para vacunas del centro de salud de Chongoyape.

El estante se dimensiono para tres niveles de 5 depósitos de vacunas, debido al sobredimensionamiento que se pide se tuvo que desarrollar un nivel solo para un depósito. Considerando la separación entre paredes y el espacio para la persona que este adentro de la cámara, esta tendrá:

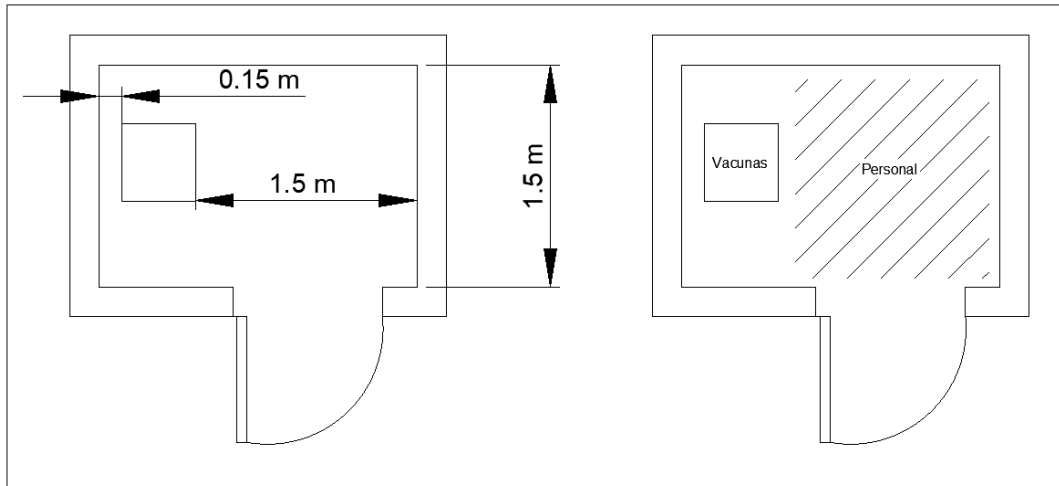


Figura 8. Espacio que se utiliza para estante y personal dentro de la cámara.

La altura se mantuvo referente a los dispositivos que se hacen mención a la normativa, no se vio motivo para cambio ya que las alturas del estante y personal no variarían.

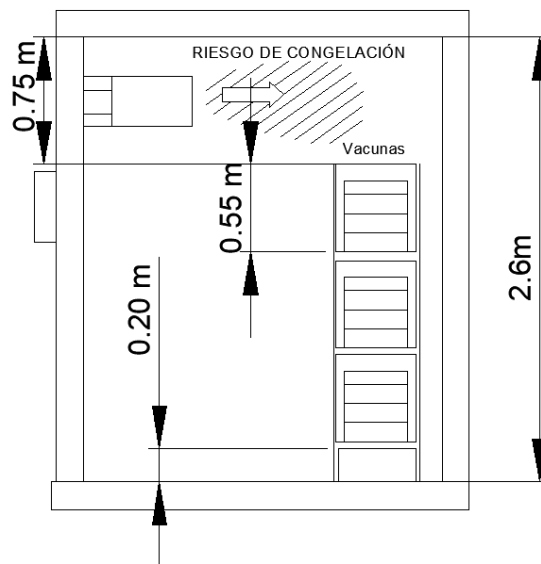


Figura 9. Altura de la cámara para centro de salud de Chongoyape.

Considerando lo mencionado el volumen de la cámara de frío sería:

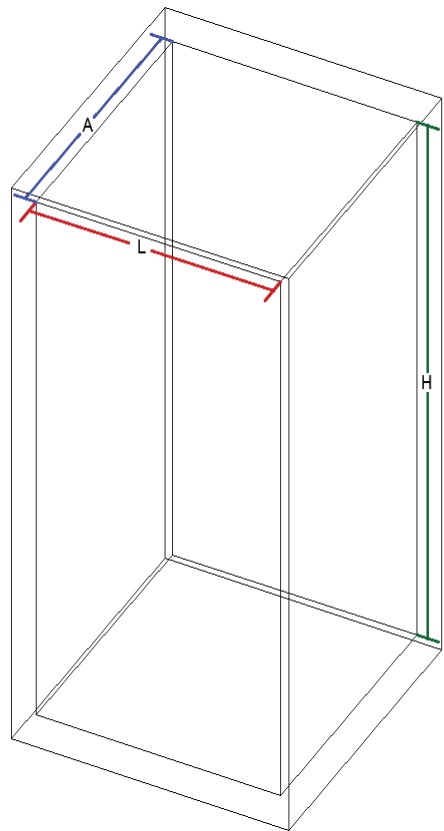


Figura 10. Forma de la cámara de frío.

Medidas internas de la cámara frío.

Tabla 5. Medidas internas de la cámara de frío.

Descripción		Longitud (m)	Volumen (m3)
L	Largo	1.5	7.605
A	Ancho	1.95	
H	Altura	2.6	

Fuente: propia.

3.2.3 Potencia calorífica.

Primero se establece las temperaturas de Chongoyape para determinar el rango de operación sobre el que trabajara la cámara, el registro de temperaturas obtenido del Senamhi se puede observar en el anexo 05:

Tabla 6. Promedio de temperaturas desde febrero 2018 hasta febrero 2019 en °C.

	max	min
Febrero	31.87	20.20
Marzo	32.02	19.70
Abril	31.43	19.31
Mayo	29.19	17.46
Junio	25.79	15.31
Julio	26.17	15.01
Agosto	27.22	14.55
Setiembre	28.28	14.73
Octubre	28.52	15.59
Noviembre	29.49	17.14
Diciembre	30.57	18.35
Enero	32.00	21.06
Febrero	31.96	22.23

Fuente: Senamhi.

Se usará la máxima temperatura para los cálculos debido es cuando mayor perdida por parte de las paredes tendrá la cámara de frio y requerirá mayor trabajo para que el refrigerante pueda libera el calor de la cámara al exterior.

Ahora se determina la potencia requerida por el sistema determinando la carga térmica de la cámara de frio, según Vázquez y Jara (2013, pg. 13) esta carga es la suma del calor cedido por la diferencia de temperatura entre la cámara y los productos que se pondrán dentro y el calor por otros factores como son, la apertura de la puerta, los equipos de iluminación, la perdida por transferencia de calor por las paredes, los motores que se usan para generar corriente de aire (aire forzado) y las personas que trabajan que ingresan a la cámara.

$$Q_{total} = Q_p + Q_{0-f}$$

Dónde:

Qtotal : Carga térmica total dentro de la cámara.

Qp : Calor cedido por los productos.

Q0-f : Calor cedido por otros factores.

En esta investigación el calor cedido por los productos no existirá (será de 0) ya que este tipo de carga térmica se genera por la diferencia entre temperaturas de la cámara y de los productos, debido a que el transporte de las vacunas, así como su conservación se realizan de manera muy cuidadosa para que no se rompa la denomina “Cadena de Frio” de estas se mantienen a la misma temperatura de 2 a 8 grados.

Lo que demandaría establecer el calor aportado por otros componentes usando el análisis de la fuente mencionada Vázquez y Jara (2013, pg. 13), para ello usaremos algunos criterios de diseño para empezar:

- La cámara se realizará con paneles modulares prefabricados.
- Para el ingreso se usará una puerta prefabricada.
- Solo contara con una rejilla de iluminación.
- Solo ingresara una persona.
- El tiempo de trabajo que debe tener será de 6 horas diarias.
- Solo se usará un motor para el aire forzado.

Estos son criterios para el inicio del diseño si en algún paso se ve que la reducir o ampliar las capacidades o cantidades volverá más óptima el sistema se realizará la retroalimentación y el cálculo se hará de nuevo para acondicionarlo a la modificación.

Así empezamos calculando el calor cedido por las paredes:

$$Q_t = KA (T_e - T_i)$$

Dónde:

- | | | |
|----|---|--|
| Qt | : | Calor perdido por las paredes |
| K | : | Coefficiente de transferencia de calor |
| A | : | Área de la pared |
| Te | : | Temperatura exterior de la cámara |
| Ti | : | Temperatura interior de la cámara |

El coeficiente de pérdida se tomará el mismo que la investigación a la cual se hace referencia (Vázquez y Jara, 2013, p. 21).

En cuanto al área de las paredes de acuerdo a la tabla 7 se tiene:

Tabla 7. Área de las paredes de la cámara.

Paredes	Largo	Ancho	Área
	M	m	m2
Izquierda	1.95	2.6	5.07
Derecha	1.95	2.6	5.07
Frontal	1.5	2.6	3.9
Posterior	1.5	2.6	3.9
Techo	1.5	1.95	2.925
Piso	1.5	1.95	2.925
Total			23.79

Fuente: Propia

Con lo que se obtiene:

Tabla 8. Calor de pérdida por las paredes de la cámara.

Qt	92.84	W
K	0.13	W/m2.°C
A	23.79	m2
Te	32.02	°C
Ti	2	°C

Fuente: Propia.

El calor que se genera por el funcionamiento del motor para generar el aire forzado dentro de la cámara se determina como el 20% de la potencia eléctrica del motor que se convertirá en calor, teniendo:

$$Q_m = 0.2 \frac{t}{24} \sum p$$

Dónde:

Qm : Calor de motores del aire forzado.

p : Potencia del motor.

t : Tiempo de funcionamiento al día.

Considerando un motor de 95W que son los requeridos para los ventiladores del aire forzado en cámaras de frío se tendrá:

Tabla 9. Calor cedido por el motor de aire forzado.

Qm	4.75	W
p	95	W
t	6	H

Fuente: Propia

El calor cedido por la iluminación es la cantidad de energía que se convierte en luz y calor y se determina por medio de la potencia del conjunto lámpara luminaria:

$$Q_i = p \frac{t}{24}$$

Dónde:

Qt : Calor cedido por la iluminación

p : Potencia de los focos

t : Tiempo de funcionamiento al día

Consideramos una lámpara hermética fluorescente líneas de 2x16W, tenemos:

Tabla 10. Calor cedido por la luminaria.

Qt	8	W
p	32	W
t	6	h

Fuente: Propia.

El calor cedido por las personas se calcula en base a la carga térmica liberada por cada persona en este caso solo ingresar una persona a la vez:

Tabla 11. Calor cedido por personas dependiendo la temperatura de la cámara.

Temperatura de la cámara	Potencia liberada por persona
°C	W
10	210
5	240
0	270
-5	300
-10	330
-15	360
-20	390
-25	420

Fuente: Arteaga, 2016, p.40

Con lo que se calcula:

$$Q_p = \frac{qnt}{24}$$

Dónde:

Q_p : Calor cedido por las personas
 q : Calor por persona
 n : Número de personas
 t : Tiempo de permanencia al día

Teniendo en cuenta que el tiempo de permanencia no será más de 15 minutos durante 3 veces al día durante las revisiones, y menor a este para retirar los empaques se tomara una hora de manera aproximada, además tomando la temperatura mínima en la cámara que es el punto más crítico para el cálculo (2°C) interpolamos ya que no existe este término en la tabla y tenemos:

Tabla 12. Carga térmica cedida por las personas.

Q_p	10.75	W
q	258	W
n	1	
t	1	H

Fuente: Propia

Como último factor para determinar la carga que tendrá la cámara de frío es establecer la carga térmica que establece la apertura de la puerta, el cálculo se realiza mediante:

$$Q_r = V \Delta h n$$

Dónde:

Q_r : Potencia calorífica aportada por el aire
 V : Volumen interior de la cámara
 Δh : Variación de entalpia del aire
 n : Numero de renovaciones de aire al día

Primero determinamos el número de renovaciones según la tabla:

Tabla 13. Cuadro de renovaciones al día de carga según el volumen de la cámara.

Volumen de la cámara m ³	Renovaciones de aire al día
2.5	52
3	47
4	40
5	35
7.5	28
10	24
15	19
20	16.5
25	14.5
30	13
40	11.5
50	10
60	9
80	7.7

Fuente: tabla 5, Arteaga, 2016, p. 38.

Y la variación de entalpia se logra tomando el dato de la siguiente tabla:

Tabla 14. Variación de entalpia por diferencia de temperatura entre exterior e interior de la cámara.

T _{ext}	30		35	
T _{int}	50%	60%	50%	60%
10	4.2	4.92	6.03	6.99
5	5.34	6.07	7.22	8.2
0	6.44	7.2	8.38	9.37

Fuente: extracto de tabla 6, Arteaga, 2016, p.38.

Se interpola en ambas tablas ya que los datos de volumen no existen en ambas tablas se tienen que interpolar entre los valores existentes para la renovación de carga la interpolación es directa y el dato para 7.605 m³ es de 27.83 pero para la tabla de variación de entalpia se tendrá que identificar la humedad de la zona para Chongoyape según el Senamhi es de 63% por lo tanto usaremos las columnas de 60% e interpolamos teniendo una nueva tabla de valores:

Tabla 15. Nueva tabla de variación de entalpia.

T _{ext}	30	32.02	35
T _{int}	60%	60%	60%
10	4.92	5.76	6.99
8	5.38	6.22	7.47
5	6.07	6.86	8.2
2	6.748	7.62	8.902
0	7.2	8.07	9.37

Fuete: Propia.

Como se puede apreciar la máxima variación de entalpia se hará cuando la temperatura interior este a 2°C y será de 7.62 W/m³, creando una carga térmica por apertura de la puerta de:

Tabla 16. Carga térmica por apertura de la puerta.

Qr	1622.6028	W
V	7.605	m ³
Δh	7.62	W/m ³
N	28	

Fuente: Propia

Teniendo todas las cargas que se presentaran durante el funcionamiento se puede calcular la carga total que se planteó al inicio del cálculo teniendo:

Tabla 17. Carga total que debe despejar la cámara de frio.

Qtotal	1738.94565	W
Qp	0	W
Q0-f	1738.94565	W

Fuente: Propia

Según la documentación sobre el cálculo de la cámara de frio se debe colocar como mínimo un factor de seguridad del 10% (Arteaga, 2016, p. 42).

Teniendo una carga total ya corregida de 1912,84 W.

La potencia frigorífica se determina:

$$NR = Q_{total} \frac{24}{t}$$

Teniendo:

Tabla 18. Potencia total de la maquinaria para la cámara frigorífica.

NR	7651.36	W
Qtotal	1912.84	W
T	6	h

Fuente: Propia

3.2.4 Elección del refrigerante

La normativa establece utilizar el refrigerante R404a, la explicación está determinada por su rango de trabajo el cual permite trabajar temperaturas de evaporación comprendidas entre -45°C y 10°C.

TDR - MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO PREVENTIVO ANUAL DE CÁMARAS FRIGORÍFICAS PARA VACUNAS, TABLERO DE ALARMAS, GRUPO ELECTRÓGENO Y AIRE ACONDICIONADO

CÁMARA:

- ☐ Limpieza y desinfección integral de la cámara frigorífica para vacunas.
- ☐ Recarga de gas refrigerante R404a, cambio de filtro deshidratador y aceite refrigerante poliéster, si las partes internas de la unidad condensadora, evaporadora o tuberías son abiertas.

Figura 11. Extracto de la tabla de mantenimiento donde se identifica el refrigerante a utilizar.

Las principales propiedades del refrigerante son:

PROPIEDADES FÍSICAS	UNIDADES	R-404 A
Peso molecular	(g/mol)	97.61
Temperatura ebullición a (1,013 bar)	(°C)	-46.45
Deslizamiento temperatura de ebullición (a 1,013 bar)	(K)	0.7
Temperatura crítica	(°C)	72.07
Presión crítica	(bar abs)	37.31
Densidad crítica	(Kg/m³)	484
Densidad del líquido (25°C)	(Kg/m³)	1048
Densidad del líquido (-25°C)	(Kg/m³)	1236
Densidad del vapor saturado (a 1,013 bar)	(Kg/m³)	5.41
Presión del vapor (25°C)	(bar abs)	12.42
Presión del vapor (-25°C)	(bar abs)	2.49
Calor latente de vaporización (a 1,013 bar)	(KJ/Kg)	200
Calor específico del líquido (25°C) (1,013 bar)	(KJ/Kg.K)	1.64
Calor específico del vapor (25°C) (1,013 bar)	(KJ/Kg.K)	0.88
Conductibilidad térmica del líquido (25°C)	(W/mk)	0.064
Conductibilidad térmica del vapor (1,013 bar)	(W/mk)	0.0143
Solubilidad con el agua (25°C)	(ppm)	Despreciable
Límite de inflamabilidad (25°C)	(% vol)	Ninguno
Toxicidad (AEL)	(ppm)	1000
ODP	-	0
PCA (GWP)	-	3922 *

Figura 12. Propiedades del refrigerante R404a.

Ejemplo de un ciclo de refrigeración comercial	R-404A	R-502
Presión de evaporación (bar)	2.54	2.4
Presión de condensación (bar)	20.36	18.72
Trabajo de compresión	8	7.8
Temperatura de descarga (°C)	95	102
COP	1.8	1.9
Capacidad neta de refrigeración (KJ/Kg)	97	95
Capacidad volumétrica de refig. (KJ/Kg)	1027	1039
Temperatura deslizamiento (evap.) (°C)	0.5	0
Temperatura deslizamiento (cond.) (°C)	0.3	0

Figura 13. Propiedades comparativas con el refrigerante R-502.

Según las características del refrigerante el ciclo de refrigeración estaría establecido como:

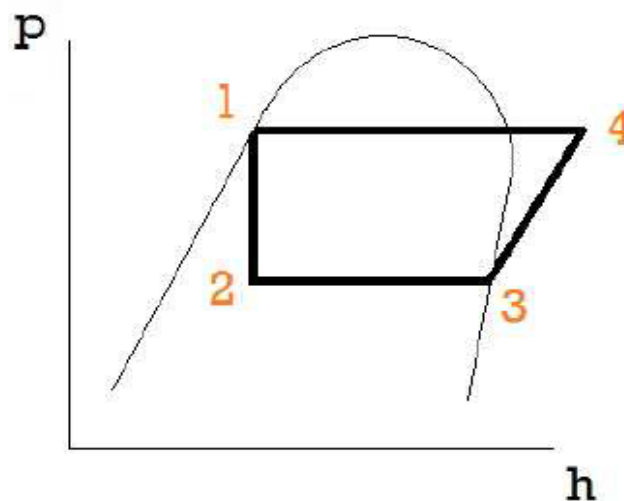


Figura 14. Ciclo de refrigeración.

Llevando los puntos sobre el diagrama termodinámico de presión – entalpía tenemos a una presión de evaporación 2.4 bar y una presión de condensación de 18.72 bar:

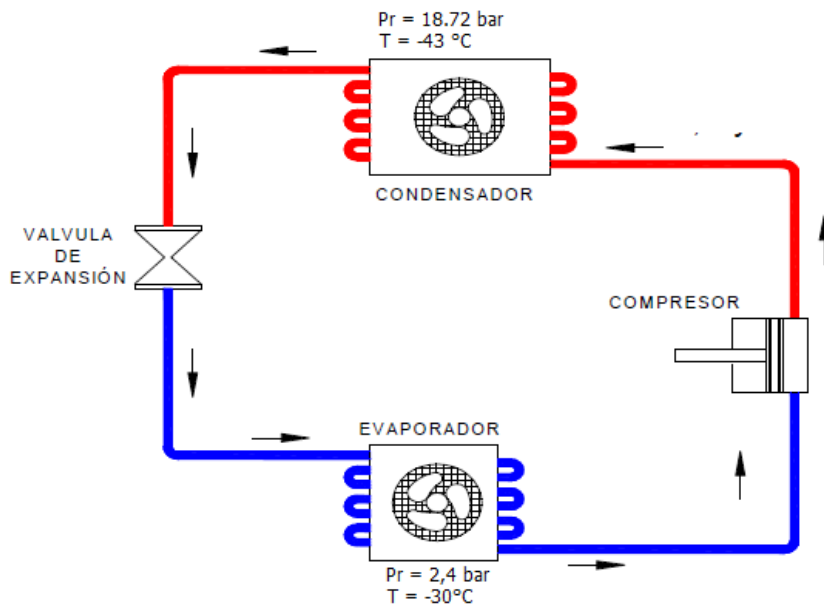


Figura 15. Ciclo termodinámico del gas R404-A.

3.2.5 Selección del evaporador

Para la selección del evaporador se requieren ciertos parámetros que ya se determinaron anteriormente:

Tabla 19. Parámetros para selección del evaporador.

Potencia de la cámara	1912.84	W
Temperatura interior	2	°C
Humedad relativa	87%	
Refrigerante	R404a	
Temperatura de evaporación	-30	°C

Fuente: Propia.

Utilizando el método de cálculo propuesto por Intarcon se determina la elección del salto térmico mediante la siguiente gráfica:

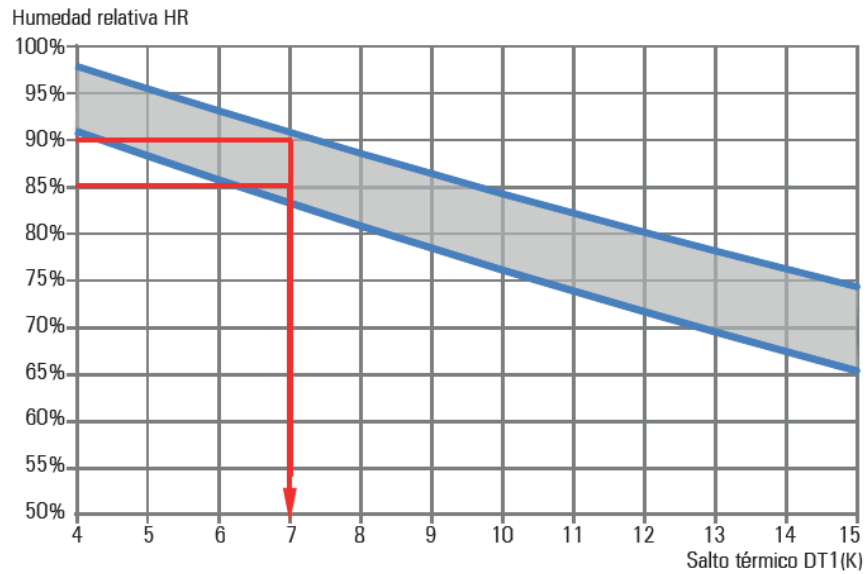


Figura 16. Salto térmico de la cámara DT1.

El salto será de DT7k determinando el factor de corrección considerando la temperatura interna de 2°C:

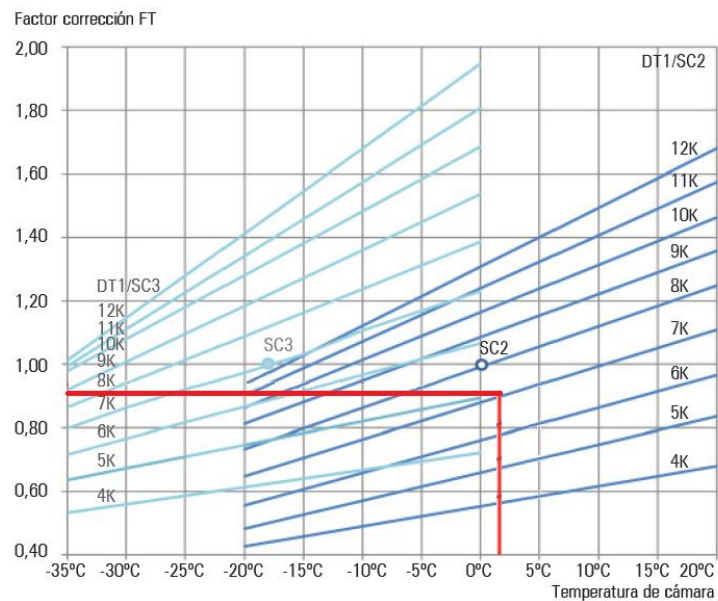


Figura 17. Factor de corrección considerando la temperatura interna.

El factor de corrección por refrigerante se obtiene de:

Condición	Temperatura de cámara	R404A	R134A	R507	R22	R407 *
SC1	10°C	1	0,93	1	0,99	1,10
SC2	0°C	1	0,91	1	0,98	1,06
SC3	-18°C	1	0,89	1	0,97	1,00
SC4	-25°C	1	-	1	0,97	0,97

Figura 18. Factor de corrección por refrigerante.

Con lo que se aplica la fórmula para determinar la potencia frigorífica del evaporador:

$$Q_c = \frac{Q_o}{FT FR}$$

Donde:

- Qc : Potencia del evaporador
 Qo : Potencia frigorífica
 FT : Factor de corrección por temperatura inicial
 FR : Factor de corrección por refrigerante

Tenemos:

Tabla 20. Potencia para selección del evaporador.

Qc	2125.38	W
Qo	1912.84	W
FT	0.9	
FR	1	

Fuente: propia.

Se seleccionará el evaporador, AJB-NG-2 220:

Refrigerante <i>Réfrigérant</i>	Aplicación <i>Application</i>	Serie / Modelo <i>Série / Modèle</i>	Potencia frigorífica según temperatura de cámara <i>Puissance frigorifique selon température de chambre froide (W) ⁽¹⁾</i>			
			SC1	SC2	SC3	SC4
			10 °C 85 % HR DT1 = 10 K	0 °C 85 % HR DT1 = 8 K	-18 °C 95 % HR DT1 = 7 K	-25 °C 95 % HR DT1 = 6 K

230 V-I-50 Hz		R449A / R404A	Alta, media y baja t			
Alta temp. <i>Haute temp.</i>	AJB-NG-1 120	1 900	1 300			
	AJB-NG-2 220	3 500	2 500			
	AJB-NG-3 325	5 950	4 250			
	AJB-NG-4 430	10 260	7 320			

Figura 19. Resumen del catálogo para evaporadores intarcon de bajo perfil.

3.2.6 Selección del condensador

Según el Manual de Refrigeración de Manuel Franco Lijo (2006, p. 100) para determinar la potencia del condensador se tiene:

$$Q_n = Q_{abs} F_c F_r F_a \left(\frac{15}{T_1 - T_2} \right)$$

Donde:

- Qn : Capacidad nominal del condensador
- Qc : Capacidad del evaporador
- Fc : Factor de calor compresión
- Fr : Factor refrigerante
- Fa : Factor de altitud
- T1 : Temperatura de en condensador
- T2 : Temperatura del aire ambiente

El factor de calor por compresión se determina del siguiente gráfico

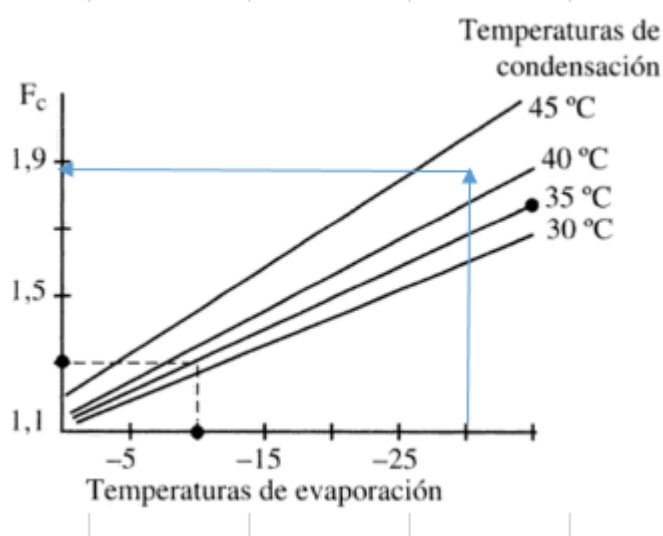


Figura 20. Curvas para determinar el factor de carga por compresión.

Como se puede ver las flechas de azul fueron acondicionadas por el tesista para determinar el F_c específico para esta investigación en apreciación a esto se determinó como 1.98.

El factor por refrigerante se determina de la siguiente tabla:

Tabla 21. Factor de corrección por refrigerante.

Refrigerante	R-22	R 134a	R 404a	R 507
Factor de Corrección	1.04	1.06	1	0.97

Fuente: Manual de Refrigeración, Lijo, 2006, p. 100.

En este caso es apreciado que aun existiendo más refrigerantes alternativos y novedosos la información que se encuentra por el momento es de los que son más comerciales. En este caso el refrigerante R 404a tendrá un factor de corrección de 1.

Por ultimo con respecto al factor de corrección por altitud depende de a cuantos metros sobre el nivel del mar se estará colocando la cámara por lo que según el registro la altura a la que se encuentra Chongoyape es de 248 msnm por lo que se lleva a la tabla.

Tabla 22. Factor de corrección por altitud frente al nivel del mar.

Altitud del Nivel del Mar	0	500	1000
FA	1	1.01	1.06

Fuente: Manual de Refrigeración, Lijo, 2006, p. 100.

Como no se encuentra en la tabla el factor se a interpolado, entre los intervalos que corresponde obteniéndose como factor 1.005.

Tabla 23. Calculo de potencia de condensador.

Qn	5515.09	W
	4742.12	Kcal/h
Qc	2125.38	W
Fc	1.89	
Fr	1	
Fa	1.005	
T1	43	°C
T2	32.02	°C

Fuente: Propia.

Considerando la misma marca que la del evaporados se elige:

230 V-I-50 Hz / 400 V-III-50 Hz | **Media temperatura** | **R134a** / R449A

Serie / Modelo	Compresor		Potencia frigorífica / Volumen cámara, según temperatura de cámara ⁽¹⁾								Potencia absorb. nominal (kW)	Intens. máxima absorb. (A)	Vent. evap.	Caudal evap. (m³/h)	Caudal cond. (m³/h)	Conexión frigorífica Liq - Gas	Carga refrig. (kg) ⁽²⁾	Peso (kg)	Nivel presión sonora dB(A) ⁽³⁾	PVP (€)	
	CV	Tensión	-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C												
			W	m³	W	m³	W	m³	W	m³											
R449A	MSF-QG-10 038	1 3/4	400 V-III	3 280	31	3 919	48	4 625	75	5 472	120	1,77	7,4	1x Ø 350	2 100	3 200	3/8"-5/8"	< 3,5	82+43	30	5 160
	MSF-QG-20 048	2	400 V-III	3 964	43	4 736	63	5 572	95	6 605	150	2,21	8,8	1x Ø 350	2 100	3 700	3/8"-3/4"	< 4,0	84+43	30	5 583
	MSF-QG-20 054	2 1/4	400 V-III	4 395	48	5 197	72	6 078	110	7 158	170	2,38	9,4	1x Ø 350	2 100	3 700	3/8"-3/4"	< 5,0	85+43	30	5 824
	MSF-QG-21 060	3	400 V-III	5 081	61	6 032	89	7 055	130	8 328	200	2,84	10,4	1x Ø 350	2 700	3 700	3/8"-3/4"	< 5,0	88+56	29	6 352
	MSF-QG-21 068	3 1/2	400 V-III	5 519	78	6 528	110	7 601	160	8 942	250	3,21	11,4	1x Ø 350	2 700	3 700	1/2"-3/4"	< 7,0	88+56	29	7 339
	MSF-QG-32 086	4	400 V-III	6 787	91	8 180	130	9 707	190	11 545	300	4,13	13,6	2x Ø 350	4 150	4 000	1/2"-7/8"	< 7,0	115+72	39	8 364
	MSF-QG-32 108	5	400 V-III	8 623	125	10 181	175	11 880	255	13 969	400	5,05	16,7	2x Ø 350	4 150	6 500	1/2"-7/8"	< 7,0	120+72	37	9 206
	MSF-QG-43 136	6 1/2	400 V-III	11 105	160	13 146	220	15 399	320	18 145	500	6,63	21,5	3x Ø 350	6 200	7 000	1/2"-1 1/8"	< 10,0	135+89	36	10 950
MSF-QG-44 160	8	400 V-III	11 597	170	14 009	230	16 660	340	19 806	530	7,59	26,0	4x Ø 350	8 300	7 000	5/8"-1 1/8"	< 10,0	157+118	45	12 854	

Figura 21. Selección del compresor.

3.2.7 Tuberías.

Se elige las tuberías de cobre tipo K ya que citando a Gaticia Sánchez:

Se utiliza cañerías de cobre tipo K por ser la que presenta una pared de mayor espesor brindando una mejor resistencia a impactos por elementos externos. También se considera, que, en menores espesores, al ser uniones soldadas puedan presentar disminución en su espesor por exceso de temperatura durante la fusión y disminuir sus propiedades. De acuerdo a estos criterios se determina la utilización de cañería tipo K (2003, p. 52).

3.3 Diseñar el sistema fotovoltaico que suministre energía al sistema de frío.

3.3.1 Horas solares pico.

Primero se determina la radiación en la zona para determinar las HSP (horas solares pico) según Vega de Kuyper en su libro “Principios y Aplicaciones de la Energía Fotovoltaica y de las Baterías” se puede optar por tres tipos HPS del peor mes lo que disminuiría los acumuladores o el HPS medio del año lo que disminuiría los paneles (2018, p. 300)

Debido a que se busca la viabilidad del sistema se optara como por usar la HSP del peor mes ya que los acumuladores actualmente son los elementos más costosos dentro de una instalación fotovoltaica.

Para encontrara las HSP se recurre al banco de mediciones en la web de la nasa para las coordenadas de Chongoyape.

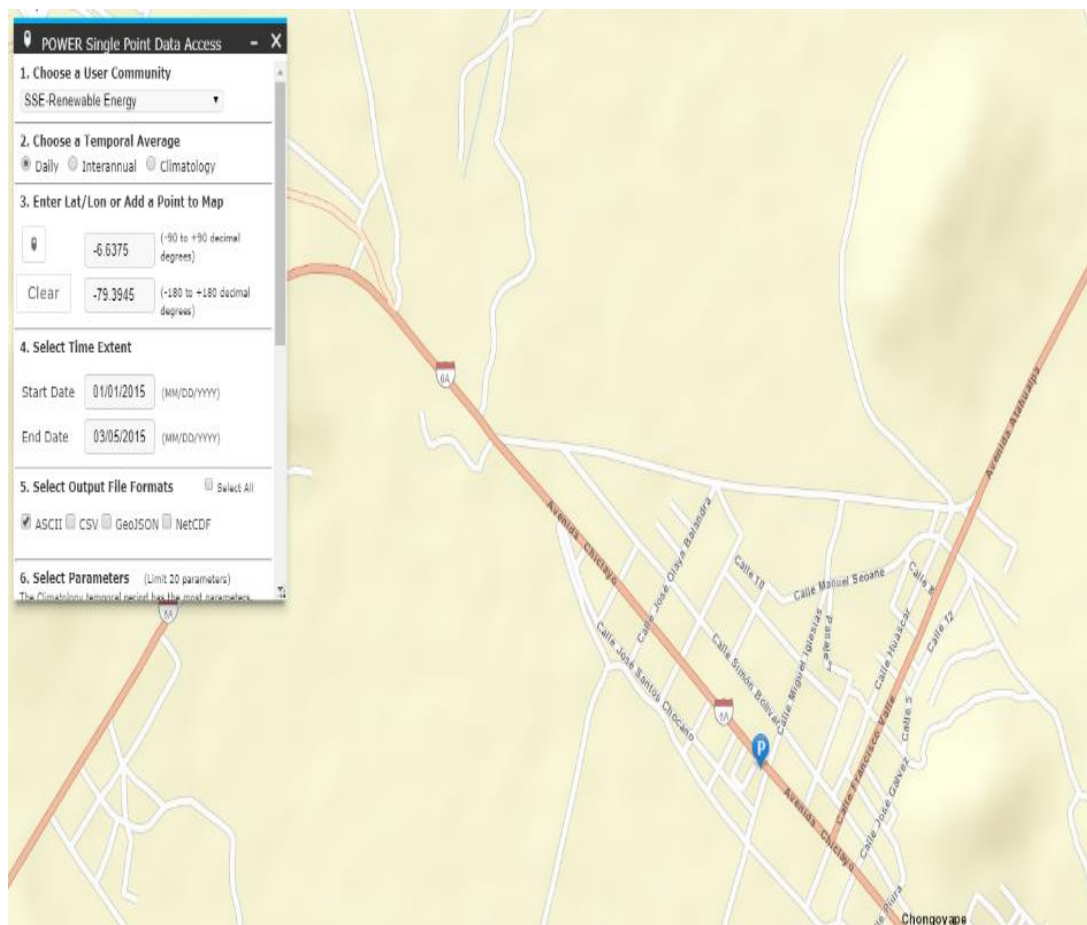


Figura 22. Coordenadas de la posta de Chongoyape ubicadas en la herramienta virtual de la nasa.

La radiación se puede apreciar por día durante todo el año 2018 lo que no brinda los promedios:

Tabla 24. Promedio de radiación solar en Chongoyape.

Mes	Radiación	
Enero	5.68	kWh/m ²
Febrero	4.92	kWh/m ²
Marzo	5.11	kWh/m ²
Abril	5.50	kWh/m ²
Mayo	4.99	kWh/m ²
Junio	4.84	kWh/m ²
Julio	4.89	kWh/m ²
Agosto	5.71	kWh/m ²
Setiembre	6.25	kWh/m ²
Octubre	6.13	kWh/m ²
Noviembre	5.96	kWh/m ²
Diciembre	5.46	kWh/m ²

Fuente: Propia.

Con lo cual se puede apreciar que en junio se tiene el menor promedio posible de 4.84 kWh/m².

Las horas solares pico se condicionan a la Irradiancia con las que se fabrican los paneles según Quezada Montenegro “La irradiación incidente $I\beta$ en condiciones estándares de medida (CEM) es de 1.000 W/m², por lo que se deduce que el valor de HPS se obtiene dividiendo entre mil” (2014, pg. 62).

$$HPS = \frac{R}{I}$$

Donde:

HPS : Horas solar pico
R : Radiación
I : Irradiancia estándar

Para lo que se calculan las horas pico solar:

Tabla 25. Horas pico solar.

HPS	4.84	h
R	4836.67	Wh/m2
I	1000	W/m2

Fuente: propia.

3.3.2 Energía requerida.

La energía requerida es de cálculo simple para esto se determina la energía de todos los dispositivos eléctricos que son requeridos en la cámara de frío teniendo, según las fichas técnicas del evaporados el gasto energético del ventilador, en cuenta al condensador según el compresor que utiliza y por último la iluminación que se planteó desde el cálculo de la pérdida térmica de la cámara, tenemos:

Tabla 26. Potencia de los equipos eléctricos.

Maquina	Potencia	
Ventilador	248	W
Condensador	2800	W
Iluminacion	32	W

Fuente: Propia.

La energía se calcula según el tiempo que va a funcionar la cámara y por ende los equipos, como se determinó desde el planteamiento del cálculo térmico y basándose en los antecedentes que se tomaron como base de los cálculos se planteó 6 h de trabajo para la cámara. Teniendo una energía requerida:

Tabla 27. Energía requerida.

Maquina	Potencia	Tiempo	Energía
Ventilador	248	6	1488
Compresor	2800	6	16800
Iluminación	32	6	192

Fuente: Propia.

Esta es la energía eléctrica que requiere la máquina para funcionar, pero según se le debe sumar las pérdidas de los otros dispositivos y otras condiciones que aparecen durante el funcionamiento, eso se logra mediante el factor global de perdidas:

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v) (1 - k_a \frac{N}{P_d})$$

Donde:

- kb : coeficiente de pérdidas por rendimiento de las baterías
ka : coeficiente de pérdidas por autodescarga diaria de baterías
kc : coeficiente de pérdidas por rendimiento del inversor
kv : coeficiente de pérdidas varias
N : días de autonomía
Pd : profundidad de descarga.

Según la teoría cuando no se tengas a disposición los factores se puede empezar un cálculo con los valores:

Tabla 28. Factores para iniciar el diseño.

Kb	Factor de pérdidas en el conjunto batería y regulador	0.1
Kc	Factor de pérdidas del inversor	0.1
Kv	factor de perdidas varias	0.1
Ka	Coeficiente de autodescarga diaria de las baterías	0.005
N	número de días de autonomía	2 a 10
Pd	Profundidad de descarga de las baterías	0.5

Fuente: Cantos Serrano, 2016 pág. 38.

Se tiene:

Tabla 29. Factor de perdidas global.

R	0.686
kb	0.1
kc	0.1
kv	0.1
ka	0.005
N	2
Pd	0.5

Fuente: Propia

Para determinar la energía que se utilizara para el diseño (energía de diseño) del sistema fotovoltaico se realiza:

Donde:

ET : Energía de diseño

Debido a que no se usaran equipos de corriente directa la energía de diseño será 18.48 kWh/día.

3.3.3 Calculo de paneles

El cálculo de los paneles requeridos se realizará determinando los paneles que deben colocarse en serie y en paralelo, multiplicándose ambas cantidades:

$$NP_T = NP_S \cdot NP_P$$

Donde:

N_{pt} : Numero de paneles total

N_{ps} : Paneles en serie

N_{pp} : Paneles en paralelo

El número de paneles en serie se determina de acuerdo al voltaje del sistema para ello el resultado no debe ser fraccionado por lo que siempre se requerirá tomar el número superior entero. El mismo criterio se aplicará para los paneles en paralelo que en realidad son conjuntos de paneles en serie que se colocaran en paralelo:

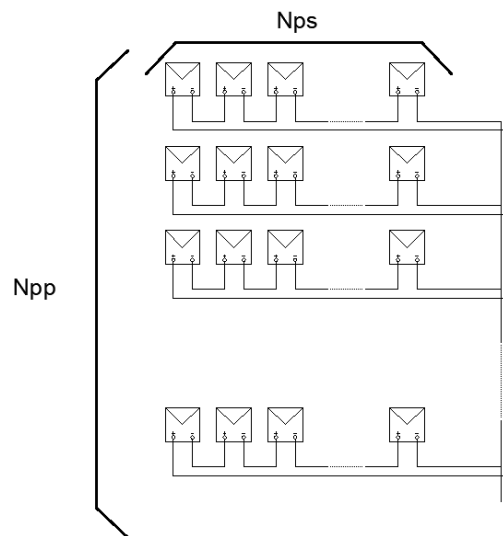


Figura 23. Esquema general del Npp Y Nps.

El cálculo de NPS se determina:

$$NP_S = \left(\frac{V_{ns}}{V_{np}} \right)$$

Donde:

Nps : Numero de paneles en serie
Vns : Tensión nominal del sistema
Vnp : Tensión nominal del modulo

Para determinar un valor del voltaje del módulo se debe preseleccionar el modulo, debido a la cantidad de modelos y marcas se utilizó otro criterio para establecer la selección y fue la existencia en el mercado accesible al distrito en ese caso se determinó del proveedor Autosolar.pe el modulo:

Panel Policristalino Solar Era-ESPMC-300W

se determina la cantidad de paneles en serie que se necesitarán, esta condición obedece al voltaje del sistema seleccionado, es una característica neta del diseño debido al voltaje del panel tanto para un voltaje de sistema de 12V y 24V se requerirá solo un panel en serie ya que este panel tiene como voltaje a máxima potencia 37V esto sucede normalmente pero debido a que los demás implementos se dificultarían si se elige una potencia de sistema tradicional, como se verá más adelante por la selección de un inversor que tenga la capacidad de trabajar con la carga establecida se tendrá que utilizar un voltaje de sistema de 250V teniendo:

Tabla 30. Cantidad de paneles en serie.

Nps	6.76	Unidades
Vns	250	V
Vnp	37	V

Fuente: Propia.

Los paneles en paralelo dependen de la intensidad por lo que el cálculo se realiza:

$$NP_p = \left(\frac{PpC}{N_{ps} \cdot W_p} \right)$$

Donde:

N_{pp} : Numero de paneles en paralelo

PpC : Potencia del campo

N_{ps} : Numero de paneles en serie

W_p : Potencia pico del panel

Considerando las diferentes potencias de los paneles del proveedor que tienen una salida de voltaje que nos relativamente igual al utilizado para determinar el cálculo de paneles en serie se tendrá paneles en paralelo como se muestra:

Tabla 31. Calculo de paneles en paralelo.

PpC	Wp	NPp
3820.81	300	1.82
3820.81	305	1.79
3820.81	310	1.76
3820.81	315	1.73
3820.81	320	1.71
3820.81	325	1.68

Fuente: Propia

En realidad, aunque la formula se presenta como cálculo de paneles en paralelo, lo que se calcula es los arreglos de 7 paneles en serie que deben ir en paralelo:

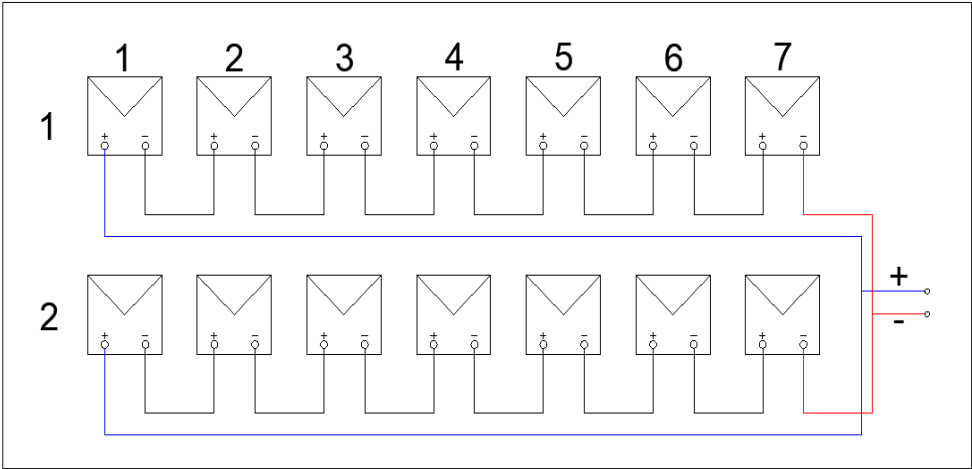


Figura 24. Configuración del campo solar.

3.3.4 Calculo de baterías

Se determina la capacidad del banco de acumuladores ya que un solo acumular resultaría muy difícil que contenga tanta energía.

$$C_u = E \cdot N$$

Donde:

- Cu : Capacidad del sistema acumulador
- E : Energía de diseño
- N : Días de autonomía

Recordar que los días de autonomía se establecieron desde el cálculo de la energía de diseño con lo que la capacidad del sistema acumulador deberá ser:

Tabla 32. Energía requerida por el banco.

Cu	28356	Wh
E	14178	wh/dia
N	2	dia

Fuente: Propia.

Según la profundidad de descarga que también se estableció desde el cálculo de la energía de diseño se tiene:

$$C_N = \frac{C_u}{P_d}$$

Donde:

Cn: Capacidad del banco de acumuladores

Cu: Energía de diseño

Pd: Profundidad de descarga

La capacidad nominal del banco de acumuladores será:

Tabla 33. Capacidad nominal del banco de acumuladores.

Cn	56712	Wh
Cu	28356	Wh
Pd	50%	

Fuente: Propia.

Los acumuladores deben seleccionarse por capacidad en Amperios-hora no en Watts-hora como resulta del cálculo, con lo que se convierte uno al otro determinando el voltaje del sistema, aquí se tuvo que realizar ciertas iteraciones para determinar cuál es el intervalo de voltaje correcto, debido a que el sistema alimentara una carga trifásica (el compresor del condensador), los inversores de este tipo no cuentan con voltajes de 12V, 24V o 48V, en ellos el margen de operación como el que se selecciona más adelante esta entre 125 – 800 VCD, es por esto que realizando una tabulación, entre los voltajes de las baterías de gel con las que cuenta el proveedor, se calculara la cantidad de carga en amperios-hora para cada configuración, el proveedor solo cuenta con baterías en gel de 12V, para lo cual se realizara una combinación en serie de baterías desde 13 que brindan un voltaje de 156 VCD hasta 66 que logran 792 V:

Tabla 34. Capacidad de las baterías en AH por cada configuración de voltaje.

Cantidad de baterías	Voltaje del banco	Capacidad del banco	Cantidad de baterías	Voltaje del banco	Capacidad del banco
Unid.	V	Ah	Unid.	V	Ah
13.00	156.00	473.85	40.00	480.00	154.00
14.00	168.00	440.00	41.00	492.00	150.24
15.00	180.00	410.67	42.00	504.00	146.67
16.00	192.00	385.00	43.00	516.00	143.26
17.00	204.00	362.35	44.00	528.00	140.00
18.00	216.00	342.22	45.00	540.00	136.89
19.00	228.00	324.21	46.00	552.00	133.91
20.00	240.00	308.00	47.00	564.00	131.06
21.00	252.00	293.33	48.00	576.00	128.33
22.00	264.00	280.00	49.00	588.00	125.71
23.00	276.00	267.83	50.00	600.00	123.20
24.00	288.00	256.67	51.00	612.00	120.78
25.00	300.00	246.40	52.00	624.00	118.46
26.00	312.00	236.92	53.00	636.00	116.23
27.00	324.00	228.15	54.00	648.00	114.07
28.00	336.00	220.00	55.00	660.00	112.00
29.00	348.00	212.41	56.00	672.00	110.00
30.00	360.00	205.33	57.00	684.00	108.07
31.00	372.00	198.71	58.00	696.00	106.21
32.00	384.00	192.50	59.00	708.00	104.41
33.00	396.00	186.67	60.00	720.00	102.67
34.00	408.00	181.18	61.00	732.00	100.98
35.00	420.00	176.00	62.00	744.00	99.35
36.00	432.00	171.11	63.00	756.00	97.78
37.00	444.00	166.49	64.00	768.00	96.25
38.00	456.00	162.11	65.00	780.00	94.77
39.00	468.00	157.95	66.00	792.00	93.33

Fuente: Propia.

Las capacidades con las que cuentan las baterías del proveedor varían, por lo que se tomó para cada capacidad de batería:

Tabla 35. Cantidad de baterías según arreglo en serie.

Cantidad de baterías	Voltaje del banco	Capacidad del banco	Capacidad de batería	Costo	costo total
21	252	293	288	S/ 1,780.43	S/ 37,389.03
22	264	280	288	S/ 1,780.43	S/ 39,169.46
23	276	268	260	S/ 2,450.28	S/ 56,356.44
24	288	257	260	S/ 2,450.28	S/ 58,806.72
26	312	237	230	S/ 1,386.61	S/ 36,051.86
27	324	228	230	S/ 1,386.61	S/ 37,438.47
30	360	205	200	S/ 2,006.50	S/ 60,195.00
31	372	199	200	S/ 2,006.50	S/ 62,201.50
35	420	176	172	S/ 1,378.58	S/ 48,250.30
36	432	171	172	S/ 1,378.58	S/ 49,628.88
53	636	116	115	S/ 734.70	S/ 38,939.10
54	648	114	115	S/ 734.70	S/ 39,673.80
56	672	110	100	S/ 863.00	S/ 48,328.00
57	684	108	100	S/ 863.00	S/ 49,191.00
62	744	99	98	S/ 725.73	S/ 44,995.26
63	756	98	98	S/ 725.73	S/ 45,720.99

Fuente: Propia

Como se observa en la tabla 42 se tuvo que buscar un criterio más para definir la selección y este fue el costo ya que nada nos aseguraba que por usar menor baterías se iba a gastar menos. Con esto se puede ver que las baterías de 230Ah serán las indicadas para cubrir el requerimiento. Se deberían usar 27 baterías, ya que la capacidad del banco con 27 baterías (228 Ah) es menor al de la batería. Con esto se asegura que se pueda cubrir el requerimiento en el peor día de radiación solar. Debido a que las baterías son los elementos más costosos se plante poder usar hasta el 52 % de profundidad de descarga para el día más crítico con esto para poder utilizar 26 baterías en lugar de las 27, según el proveedor se puede usar hasta el 60% de profundidad de descarga con buenos márgenes de mantenimiento correctivo, por lo que si se llega a esta tendencia se puede colocar solo 23 unidades.

3.3.5 Selección del controlador.

Para la selección del controlador se tendrá en cuenta el voltaje de la batería y la corriente máxima de entrada al controlador que se determina según la investigación de Saldavarría (2016, p. 26).

$$I_{\text{max entrada}} = I_{SC} FS$$

$I_{\text{max entrada}}$: Intensidad máxima en la entrada del controlador

fs : Factor de diseño

I_{sc} : Intensidad de cortocircuito del modulo

La intensidad de cortocircuito es de 8.1A por lo que la intensidad máxima que entrega cada panel será de 10.125 A, considerando que se usaran 13 paneles el amperaje total que se entregara será de 131.625 A.

En cuanto al voltaje este debe ser el voltaje del banco de baterías debido a que se usara un inversor trifásico el voltaje debe ser del orden de 125 a 800 VCD, por lo que se ve en la selección de baterías el más ideal sería de 312 V, los reguladores deben tener la capacidad de:

Tabla 36. Parámetros para selección de controladores.

Intensidad de ingreso	131.625	A
Voltaje de Baterías	312	V

Fuente: Propia

Para lograr esta combinación se tendrá que usar controladores en serie para lograr el voltaje y en paralelo para lograr el amperaje de ingreso, Considerando los controladores del proveedor voltajes superiores a los 48V, ya que en un primer cálculo el número de controladores a este voltaje es excesivo. Tenemos:

Tabla 37. Calculo de numero de controladores de acuerdo al voltaje y amperaje.

Voltaje del controlador	Amperaje Del controlador	Serie		Paralelos		Total	Costo individual	Costo total
150	60	2.08	3	2.19	3	9	S/ 2,444.29	S/ 21,998.61
150	45	2.08	3	2.93	3	9	S/ 2,208.29	S/ 19,874.61
100	50	3.12	4	2.63	3	12	S/ 1,466.57	S/ 17,598.84
150	35	2.08	3	3.76	4	12	S/ 1,466.57	S/ 17,598.84
150	70	2.08	3	1.88	2	6	S/ 2,950.00	S/ 17,700.00
250	60	1.248	2	2.19	3	6	S/ 3,202.86	S/ 19,217.16
150	85	2.08	3	1.55	2	6	S/ 3,540.00	S/ 21,240.00
250	70	1.248	2	1.88	2	4	S/ 3,708.57	S/ 14,834.28
250	85	1.248	2	1.55	2	4	S/ 4,214.29	S/ 16,857.16
250	100	1.248	2	1.32	2	4	S/ 4,720.00	S/ 18,880.00
75	10	4.16	5	13.16	14	70	S/ 404.57	S/ 28,319.90
100	15	3.12	4	8.78	9	36	S/ 539.43	S/ 19,419.48
100	30	3.12	4	4.39	5	20	S/ 997.71	S/ 19,954.20
150	100	2.08	3	1.32	2	6	S/ 3,978.29	S/ 23,869.74

Fuente: Propia

La tabla 37 se generó considerando otro criterio para su selección, siendo este el costo del total de controladores a utilizar por lo que se estableció como controlador para el sistema el:

Victron Energy 250-70^a

3.3.6 Selección del inversor.

El inversor según la teoría es el encargado de convertir la energía que ingresa en corriente continua a energía alterna, pero en el caso de las cargas que son motores el inversor tendría que soportar la corriente de arranque que es según la teoría entre 5 veces la intensidad nominal esto haría que se requiera un inversor con una potencia de 5 veces la intensidad que se requiera ya que la mayoría de la carga en la cámara son motores (ventilador del evaporador, bomba del condensador).

Considerando los motores y la iluminación con los valores de sus fichas técnicas que se tienen:

Tabla 38. Potencia de cargas según fichas técnicas del cuarto frío.

Maquina	Potencia	Intensidad	Voltaje
	W	A	V
Ventilador	248	1	230
Compresor	2800	4.5	400
Iluminación	32	0.15	230

Fuente: Fichas técnicas.

Debido que, durante el arranque de los motores, generan un pico de corriente de 5 veces más que la nominal, se tiene que la potencia también aumenta en la misma proporción por lo que el inversor debe soportar este pico de corriente, si consideramos el cos ϕ de la instalación como 0.88 considerando los motores en la industria en general y de 0.92 según las características de las luminarias led se tendrán las potencias máximas de arranque de todo el sistema como:

Tabla 39. Potencia máxima para arranque de motores y carga.

Maquina	Potencia pico	
	W	VA
Ventilador	1240.00	669.28
Compresor	14000.00	7556.40
Iluminación	32.00	13.63
Total	15272.00	8239.31

Fuente: Propia

Los parámetros para seleccionar el inversor serian:

Tabla 40. Parámetro para selección de inversor.

Voltaje de baterías	24	V
Potencia nominal	3080	W
Potencia de arranque	15169.48	W
	8239.31	VA

Fuente: Propia.

A diferencia que los otros componentes son muy pocos los inversores que cuentan con esta disposición por lo que se seleccionó el:

SYMO 10.0-3-M

El cual cuenta con una potencia nominal de 10 KW y una potencia máxima de 10 KVA, considerando que la potencia máxima es de 8.2 KAV el inversor podrá soportar el arranque de los motores, y la carga de iluminación.

3.4 Determinar el costo económico del sistema de frío y sistema fotovoltaico

Debido a que esta investigación es para una entidad estatal el retorno de la inversión deberá ser social por lo que no se realiza una evaluación económica de la misma solo se determina el costo económico de ella. Para esto se establecerá primero el costo de los equipos que se requerirán para el sistema en dos presupuestos. Primer el presupuesto del equipo para la cámara de frío y segundo el presupuesto para el sistema fotovoltaico.

3.4.1 Costo del sistema de frío

Según el proveedor que nos brindó la información de sus productos para la selección de estos se tiene que cotizar en conjunto:

Tabla 41. Costo del sistema frío.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario		Costo total
Evaporador semi compacto AJB-NG-2 220	Glb	1	\$ 1,200.00	S/ 3,768.00	S/ 3,768.00
Condensador MSF-QG-21 060	Glb	1	\$ 3,200.00	S/ 10,048.00	S/ 10,048.00
Tuberías flexible de CU 3/8"	M	20		S/ 10.00	S/ 200.00
Tuberías flexible de CU 5/4"	M	20		S/ 25.00	S/ 500.00
Panel prefabricado para cámara de frío	Unid	6	\$ 35.00	S/ 109.90	S/ 659.40
Puerta hermética 0.8 m para cámara de frío	Glb	1	\$ 160.00	S/ 502.40	S/ 502.40
Estante	Glb	1		S/ 350.00	S/ 350.00
					S/ 16,027.80

Fuente: Propia.

El costo de la instalación según el proveedor:

Tabla 42. Costo total de la instalación de la cámara de frío.

Descripción	Costo HH	Horas	cantidad	Costo total
Ingeniero Mecánico	35	3	1.00	S/ 105.00
Técnico operativo	7.14	16	1.00	S/ 114.24
Peón	5.61	16	2.00	S/ 179.52
Sub-Total				S/ 398.76
Utilidad (20%)				S/ 79.75
IGV (18%)				S/ 71.78
Total				S/ 550.29

Fuente: Propia

3.4.1 Costo del sistema fotovoltaico

De la misma manera se determinó el costo del sistema fotovoltaico considerando equipos e instalación por separado:

Tabla 43. Costo de equipos para sistema solar.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Panel Policristalino Solar Era-ESPMC-300W	Unid	13	S/ 783.00	S/ 10,179.00
Baterías 230 Ah Ultracell	Unid	23	S/ 1,386.61	S/ 31,892.03
Inversor	m	1	S/ 8,711.00	S/ 8,711.00
Controlador	m	4	S/ 3,708.57	S/ 14,834.28
Soportes	Unid	13	S/ 35.00	S/ 455.00
Cables N° 12	m	20	S/ 2.20	S/ 44.00
Cables 8 mm2	m	5	S/ 5.60	S/ 28.00
Tablero	Glb	1	S/ 450.00	S/ 450.00
				S/ 66,593.31

Fuente: Propia

El costo de instalación también se pidió por separado:

Tabla 44. Costo de instalación del sistema fotovoltaico.

Descripción	Costo HH	Horas	cantidad	Costo total
Ingeniero Mecánico Electricista	35	2	1.00	S/ 70.00
Técnico operativo	7.14	8	1.00	S/ 57.12
Peón	5.61	8	2.00	S/ 89.76
Sub-Total				S/ 216.88
Utilidad (20%)				S/ 43.38
IGV (18%)				S/ 39.04
Total				S/ 299.29

Fuente: Propia

El costo del transporte para llevar los equipos adquiridos en lima será el valor de un flete según la empresa cotizada este estar por el valor de los S/. 2500.00 para transportar los equipos de frio y los del sistema fotovoltaico. Con lo que a modo de resumen se tiene:

Tabla 45. Costo total del sistema.

Costo de equipos cámara de frio	S/ 16,027.80
Costo de equipos sistema fotovoltaico	S/ 66,593.31
Costo de instalación	S/ 849.58
Transporte	S/ 2500.00
Total	S/ 85,970.69

Fuente: Propia

Como se estableció desde la propuesta de esta investigación no se genera una evaluación económica ya que el beneficio es social, más que económico.

IV. DISCUSIÓN

La investigación se centró en la problemática de la falta de un sistema de frío adecuado para el almacenado de vacunas en el centro médico del distrito de Chongoyape, la metodología que se empleó para realizar esta investigación fue primero realizar un análisis de las características necesarias para dimensionar un sistema de frío es decir una cámara frigorífica que pueda albergar la cantidad necesaria de vacunas para el distrito, estas características fueron la temperatura que debe estar de 0°C a 8°C determinada por medio de la norma técnica de salud manejada por el gobierno regional para almacenamiento de vacunas así como el control que debe ser de manera ideal en 2°C y el espacio que será un 25% más que el requerimiento mínimo establecidos por la normativa mencionada.

El volumen requerido se determinó de acuerdo al requerimiento de centro durante todo el año 2018 en el cual se tuvo un valor máximo de 299 vacunas sobre las cuales se trabajó como el valor mínimo siendo la capacidad de la cámara un 25% mas como lo establece la norma, se dimensiono un andamio donde se colocaran las vacunas para determinar el volumen de la cámara se plantea el acceso dentro de ella a una sola persona, según los requerimientos mínimos que la norma establece para espacio entre paredes y vacunas se determinó un volumen de cámara 7.605 m³, a partir de acá se determinó el requerimiento calorífico que tendrá que retirar el evaporador de la cámara, este se calculó a base de a base del calor que ceden los productos al ser ingresados a la cámara que en este caso en particular las vacunas se mantienen bajo el rango establecido de 0°C a 8°C por lo que al ingresarlas a la cámara no aportaran ningún ingreso de calor y el calor que emiten otros factores como iluminación, el ingreso de personas, la apertura de la puerta el cual se denomina renovación de aire, el calor perdido por transferencia de calor a través de las paredes y el calor que emite el funcionamiento de los ventiladores del evaporador esto establece una carga térmica total de 1738.95 W si se considera que se trabajara las 24 horas del día, considerando 6 horas de funcionamiento durante el día según los antecedentes revisador la carga que deberá trabajar el evaporador será de 1912.84 W., el tipo de refrigerante lo establece también la normativa así que la selección se basó en acatar lo establecido siendo este el R404a.

Una vez establecido la cantidad de energía que debe retirar el evaporador de la cámara de frito se establece la selección del evaporador y del condensador, un ciclo de refrigeración tiene como mínimo cuatro componentes, el evaporador, el condensador, la válvula de expansión o tubo capilar y el compresor, pero la tecnología actual para mejorar las condiciones de funcionamiento para cámaras muestra el evaporador y el condensador como un componente único pero el condensador lleva consigo todo el conjunto de compresor, tubo capilar y condensador, lo que permite que la selección de un solo equipo traiga consigo el resto de componentes que funcionen de manera óptima en conjunto. Por lo tanto, debido a esto solo se seleccionó el evaporador y el condensador de catálogo, para realizar la selección la potencia que se calculo debe ser corregida de acuerdo al fabricante o a las teorías técnicas de selección teniendo la corrección de la potencia del evaporador por el salto térmico y la elección del refrigerante teniendo con esto una aumento de potencia a 2125.38 W con lo que se buscara un proveedor que nos proporcione equipos para trabajar esta potencia se seleccionó el evaporador AJB-NG-2 220 y el condensador también corregido por tres factores según el manual del proveedor factor de calor de compresión, factor de refrigerante y el factor de altitud con ello se seleccionó el condensador MSF-QG-21 060, según el antecedente de Gaticia Sánchez para cámara frigorífica se debe usar tubería de cobre tipo K con ello se concluye la selección de equipos para la cámara de frío.

Después se determinó el sistema fotovoltaico de la capacidad suficiente para abastecer de energía en el día más crítico a la cámara frigorífica, para ello se analizó el registro de la NASA sobre temperaturas en la Zona de Chongoyape con esta temperatura y estableciendo una Irradiancia de 1000 W/m² para paneles solares se tiene las horas pico solares que se requieren para el cálculo del campo solar, la energía requerida es calculada en base de todos los equipos de la cámara de frío y las horas de funcionamiento que tendrá esta para establecer cuanta energía diaria requiere aunque la zona es de bajo contenido de nubes como requerimiento mínimo se consideró 2 días de autonomía para la central así con calculando un factor global de pérdidas se corrige la energía teoría a una energía de diseño que nos garantice el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico que puede abastecer a las cargas aun no llegando a la radiación mínima por un día. Se determinó el campo solar por medio de paneles de 320W Policristalino de acuerdo al stock del proveedor. Las

baterías y controladores no fueron suficientes el criterio de abastecimiento de energía y potencia para su selección ya que debido a la variedad de esta no se podía determinar si la seleccionada sería la adecuada así que se le sumo el criterio económico y con el stock que maneja el mismo proveedor se determinó que batería y controlador sería el más indicado para el sistema, el inversor se seleccionó considerando la máxima las corrientes pico que se generarían cuando los motores se enciendan ya que estos llegaran hasta 5 veces más la intensidad nominal que registra. Cabe mencionar que debido a que el inversor no se encontraba bajo los parámetros indicados se tuvo que considerar uno con acceso a otra fuente de energía, este tipo de inversores para trabajar en su manera más óptima requieren un ingreso de voltaje entre 150 a 800 V se tuvo que reconfigurar el cálculo de las baterías en su momento para que cumplan con esta condición.

Por último se considera realizar el costo necesario para su instalación teniendo en consideración que no existe un ingreso económico con el cual se pueda generar una evaluación económica ya que la ganancia de este tipo de proyectos por ser estatales las fuentes de investigación el beneficio que busca es social mas no económico por lo que la mejora en la sociedad dando seguridad al ciudadano sobre todo a toda la zona no solo de Chongoyape sino a los alrededores de la misma justificaría el gasto para el estado.

A diferencia de Aguilar (2017) que busca un sistema que gaste menos energía esta investigación busco un sistema que genere suficiente energía para volverse totalmente autónoma de la red. Pero si se tomó en cuenta según las teorías de diseños y como el mismo lo menciona según la Normativa de Ergonomía el sistema fotovoltaico se diseña para que trabaja en el nivel más crítico de radiación así se determinan un sistema que podrá abastecer a las cargas aun no contando con la radiación mínima, y siendo este dimensionado en esta temporada cuando salga de ella y aparezca radiación de mayor cantidad el sistema podrá de manera más que justificada la provisión de energía a las cargas que alimenta. Otra gran diferencia entre estas investigaciones la actual y el antecedente es que en la realizada para este informe no se utilizó el programa TRNSYS 17 como lo uso el antecedente.

A diferencia de la investigación de Trujeque (2017) el refrigerante que se utilizo es normado por lo que no se pudo establecer la posibilidad de trabajar con los establecidos en

el antecedente, aunque siendo objetivos se busca siempre una mejora lo que conlleva a tomar las conclusiones de Trujeque (2017) como un posible estudio sobre la tecnología ya establecida lo que sería muy posible el cambio de evaporador y condensador para que puedan trabajar con los refrigerantes determinados por el antecedente.

V. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la cantidad y la normativa se estableció el almacenamiento de capacidad de 500 almacenadas en 11 contenedores herméticos dentro de la cámara que estará deberá estar entre 4 a 6 °C con límites de 0 a 8°C.
- El sistema de frio se dimensiono para una cámara de 7.605 la potencia calorífica a extraer será de 1912.84 W para 6 horas de trabajo, el refrigerante establecido según norma será el R409a. la selección de evaporador y condensador será de acuerdo a la potencia calorífica corregida para cada caso según el manual de fabricante teniendo el evaporador AJB-NG-2 220 de 2 500 W y el condensador MSF-QG-21 060 de 7 055 W que se unirán con tuberías de cobre tipo K.
- El sistema fotovoltaico para dos días de autonomía se dimensiono para el mes de junio con una radiación promedio según la NASA de 4.84 kWh/m², considerando un factor de pérdidas de 0.686 se establece una energía de diseño de 18.48 kWh/día, para lo que se calcula un campo solar de 13 paneles Panel Policristalino Solar Era-ESPMC-300W, un banco de 27 baterías de 230Ah con 52% de descarga según el fabricante, un juego de 4 controladores de Victron Energy 250-70a y un inversor SYMO 10.0-3-M.
- La inversión para la cámara con el sistema fotovoltaico genero S/ 16 027.80 para los equipos de la cámara de frio, S/. 66 593.31 para los equipos del sistema fotovoltaico, S/ 849.58 para el costo de la instalación de ambos sistemas y S/. 2 500.00 para el transporte de los equipos, teniendo un total de S/. 85 970.69.

VI. RECOMENDACIONES

- Establecer la diferencia entre una cámara realiza con conocimientos experimentales por la parte técnica, ya que por el tamaño existen en el mercado y podrían resultar más adecuadas por poder generar un análisis experimental sobre ellas.
- Considerar en un análisis una comparativo con arrancadores de estados sólidos y baterías de menor voltaje (2 V) y alta capacidad para un cálculo no convencional del sistema.
- Determina la evaluación social en el nuevo sistema Invierte.pe para establecer la visión como proyecto realizado desde el estado.

REFERENCIAS

- . **AYRE, Jorge**. Evaluación de la confiabilidad mediante el método de modo de Fallas y Ubicación Optima de Seccionadores de una Red de Distribución Eléctrica. Universidad Nacional de Ingenieria. Lima : s.n., 2005. 175 pp.
- . **CALDERON, Santusa**. Manejo de la Cadena de Frio Según la Norma Tecnica de Salud, por el Profesional de Enfermeria, Estrategia inmunizaciones Micro Red de Salud Puno - 2013. Puno - Perú : s.n., 2015. 74 pp.
- . **Dirección General de Epidemiología (DGE)**. Guía de Calidad del Sistema de Vigilancia de Vacunas. México : s.n., 2017. 90 pp.
- . **GODOY, Luis**. Diseño, Construcción y Evaluación Energetica de una Camara con Celdas Peltier (Efecto Termoelectrico) para Refrigeración de Vacunas. Quito : s.n., 2016. 121 pp.
- . **HERNANDEZ, R, FERNANDEZ, C. & BATISTA, P.** Metodología de la Investigación. México : Editorial Mc Graw Hill, 2014. 497 pp.
- . **HERNANDEZ, Ricardo**. Analisis Tecnico - Economico del Sistema de Respaldo de Energía Electrica de Entidades Bancarias. Sartenejas : s.n., 2010. 83 pp.
- . **HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BATISTA, Pilar**. Metodología de la Investigación. 4a Edición. D.F. México : Mc Graw-Hill, 2006. 497 pp. ISBN: 968 - 422 - 931 - 3.
- . **INGA, Esteban y MENDEZ, Alfredo**. Calidad del suministro eléctrico en el Perú. Primera Edición. Lima : Guzlap Editores, 2012. 12 pp.
- . **Instituto Nacional de Estadística e Informatica**. Encuesta Nacional de Programas Estratégicos 2011 – 2013. Lima : s.n., 2015. 142 pp.
- . **LUCIO, Nel**. Metodología de la Investigación. Estadística Aplicada en la Investigación. Lima, Perú : Macro EIRL, 2015. 334 pp. ISBN 978-612-4034-50-3.
- . **MERCHÁN, Dennys**. Implementación de un Sistema en Respaldo Electronico para el Centro de Procesamiento de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Guayaquil - Ecuador : s.n., 2013. 221 pp.
- . **MINISTERIO DE SALUD, IMBABURA**. Cadena de Frio. Imbabura : s.n., 2012. 194 pp.
- . **MUÑOZ, Pedro**. Sistema de Respaldo Energético Basado en Pilas de Combustible para Hospitales. Lima - Perú : s.n., 2016. 70 pp.

- . **OSINERGMIN.** Calidad de Suministro en el Perú – Caso Electronorte. Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, DS 020-1997-EM (NTCSE). Lima : s.n., 2011. 75 pp.
- . **QUADROS, Ciro.** VI Curso de Vacunología para America Latina. México : s.n., 2014. 30 pp.
- . **RAMIREZ, Tulio.** Como Hacer un Proyecto de Investigación. 3ra Edición. Caracas : Editorial Panapo, 1999. 167 pp. ISBN: 980 - 366 - 231 - 7.

ANEXOS

Anexo 01.- Páginas de NTS N° 136-MINSA/2017/DGIESP

NTS N° 136 - MINSA/2017/DGIESP

NORMA TÉCNICA DE SALUD PARA EL MANEJO DE LA CADENA DE FRÍO EN LAS INMUNIZACIONES

5.2 ALMACENAMIENTO DE VACUNAS

Es el procedimiento de la cadena de frío que tiene como objetivo la conservación de las vacunas en equipos frigoríficos precalificados para uso exclusivo de vacunas, manteniendo el rango de temperatura establecido, con fecha de vencimiento vigente, lote y tipo de presentación por cada nivel de complejidad.

Temperatura y tiempo de almacenaje de las vacunas según niveles:

La temperatura para la conservación de todas las vacunas es entre +2°C a +8°C en todos los niveles de la cadena de frío, con excepción de la vacuna Anti poliomielítica - APO que en el nivel nacional y regional es conservada de -15°C a -25°C (Tabla N° 1).

TABLA N° 1

VACUNAS	NACIONAL	REGIONAL	Red – Micro red - Local	
	Cámaras Frías	Cámaras Frías	Refrigeradores Ice lined o Solares	
	Almacén Nacional de Vacunas	Almacenes Regionales DIRESA GERESA DISA	Almacén RED Almacén Micro red Centro de Acopio	Instituto Hospital CS. PS
	12 meses	6 meses	3 meses	1 mes
APO	- 15° C a -25° C			
Anti polio oral				
BCG (Bacilo Calmette Guenn) Vacuna Anti formas severas de Tuberculosis)	+ 2° A + 8° C			
HvB				
Hepatitis viral B				
IPV				
Polio virus inactivada				
ROTAVIRUS				
PENTAVALENTE (DPT, HvB, -Hib)				
Difteria, pertusis, Tétanos, Hepatitis viral B; Haemophilus				
Influenzae tipo b				
NEUMOCOCCO				
SRP				
Sarampión, rubeola, parotiditis				
AMA				
Anti amarilica				
DPT				
Difteria, tétanos pediátrico				
dt				
Difteria, pertusis, tetano				
Influenza estacional				
VPH				
Virus papiloma humano				

LOS DILUYENTES NUNCA DEBEN CONGELARSE

Fuente: Guideline for establishing of improving primary and intermediate vaccine stores
WHO/V&B/02-34 Adaptado por ESNI MINSA PERU

Temperatura y Tiempo de Almacenamiento de vacunas por niveles, en equipos

El adecuado almacenamiento de las vacunas tiene como objetivo asegurar la potencia inmunológica de las vacunas, por lo que se debe conocer y cumplir estrictamente las indicaciones de uso: (Anexo N° 1):

1. Los equipos de cadena de frío adquiridos para vacunas son de uso exclusivo para el almacenamiento de vacunas de uso humano
2. Está terminantemente prohibido en todos los niveles, almacenar junto con las vacunas de uso humano:
 - Medicamentos
 - Reactivos y muestras de laboratorio

Anexo 02.- FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

VACUNA	CANTIDAD													
	2018												2019	
	en	fe br	mz o	ab r	ma y	ju n	jul	ag os	se pt	oc t	no v	di c	en	fe br
HVB PEDIÁTRICA	20	19	22	18	19	21	22	21	18	20	21	18	19	20
BCG	22	19	18	18	22	19	18	18	21	20	22	19	19	20
PENTAVALENTE	40	39	42	39	39	39	38	41	40	39	41	37	38	40
ROTAVIRUS	25	23	26	23	24	27	26	24	25	23	26	24	24	25
IPV	26	23	25	25	24	26	26	26	26	26	23	24	23	25
NEUMOCOCO	51	52	51	52	46	49	54	54	46	47	50	50	45	50
INFLUENZA PEDIÁTRICA	4	5	8	0	6	3	0	4	1	8	6	8	1	0
D/T ADULTO	8	5	7	5	7	8	9	6	5	8	5	7	9	8
SPR	33	31	33	32	31	29	31	29	28	30	30	29	28	30
VARICELA	21	19	19	22	19	21	20	18	19	20	20	20	18	20
DA DT	12	9	7	10	9	9	10	10	7	7	12	11	7	10
DT PEDIÁTRICA	0	6	3	3	8	0	2	6	1	4	5	3	2	1
HAEMOPHETE INFLUENZA	10	12	7	9	7	11	11	7	9	10	7	10	11	10
DPTA	5	6	9	6	6	5	8	5	5	8	5	9	9	8
DPT	3	3	1	8	8	3	1	2	2	1	1	8	3	2
INFLUENZA TIPO B	8	9	8	11	9	11	12	9	12	10	7	7	9	10
ANTIOMORETICA	8	12	12	7	11	12	11	7	12	8	7	7	11	10
TOTAL	296	292	298	288	295	293	299	287	277	289	288	291	276	289

Anexo 03.- Tiempo de conservación según vacunas

La fuente de este material es el Portal de las vacunas de la Asociación Española de Pediatría. El cual tiene como organismo responsable y portavoz por parte del CAV (Comité Asesor de Vacunas).

Disponible en:

<https://vacunasaep.org/documentos/manual/cap-6>

En el cual se establece que la información mostrada se recolecta de:

- World Health Organization. Temperature sensitivity of vaccines. August 2006.

Disponible en:

http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_IVB_06.10_eng.pdf

- Fichas técnicas de los preparados. Disponible en:

<http://vacunasaep.org/profesionales/fichas-tecnicas-vacunas>

- Portal Murcia Salud. Disponible en:

<https://www.murciasalud.es/recursos/ficheros/125571-TermoestabilidadJunio2018.pdf>

- PATH. Summary of stability data for licensed vaccines. Disponible en:

- http://www.path.org/publications/files/TS_vaccine_stability_table.pdf

- Datos obtenidos de los laboratorios fabricantes.

Vacunas	Temperatura de almacenamiento				Observaciones
	2-8 °C	22-25 °C	35-37 °C	>37 °C	
Hepatitis B (HB VAXPRO o ENGERIX B)	Estable hasta 4 años	Estable, al menos, 1 mes	Estable, al menos, 1 semana	Estable durante 3 días a 45 °C	Engerix B Entre 8-25 °C estable 168 horas. Entre 8-37 °C estable 72 horas
Hepatitis B adyuvada (Fendrix)	Estable hasta 3 años	Estable 72 horas	Estable 72 horas	Se desconoce	No debe congelarse. Proteger de la luz
DTPa	Estable durante 3 años	Estable durante 168 horas	Estable a 37 °C 1 semana	Estable a 45 °C 1 hora	No debe congelarse
DTPa-VHB; DTPa-Hib; DTPa-VPI-Hib; DTPa-VPI-Hib-HB	Estable durante 3-4 años	Estabilidad variable según preparado comercial y combinación de vacunas			Infanrix Hexa, Vaxelis e Infanrix-IPV+Hib entre 8 y 25 °C estables 72 horas
Td	Estable de 2 a 7 años	Estable de 6 a 12 meses	Estable hasta 6 semanas	Actividad satisfactoria durante pocos días a 45 °C. Inestable a más de 55 °C	Ditanrix Entre 8-25 °C Estable 72 horas
Tdpa	Estable 3 años	Estable 8 horas a 21 °C	Se desconoce		Boostrix Entre 8-25 °C Estable 168 horas
<i>Haemophilus influenzae</i>	Estable 2-3 años	Estable durante	Estable	Inestable	Fotosensible.

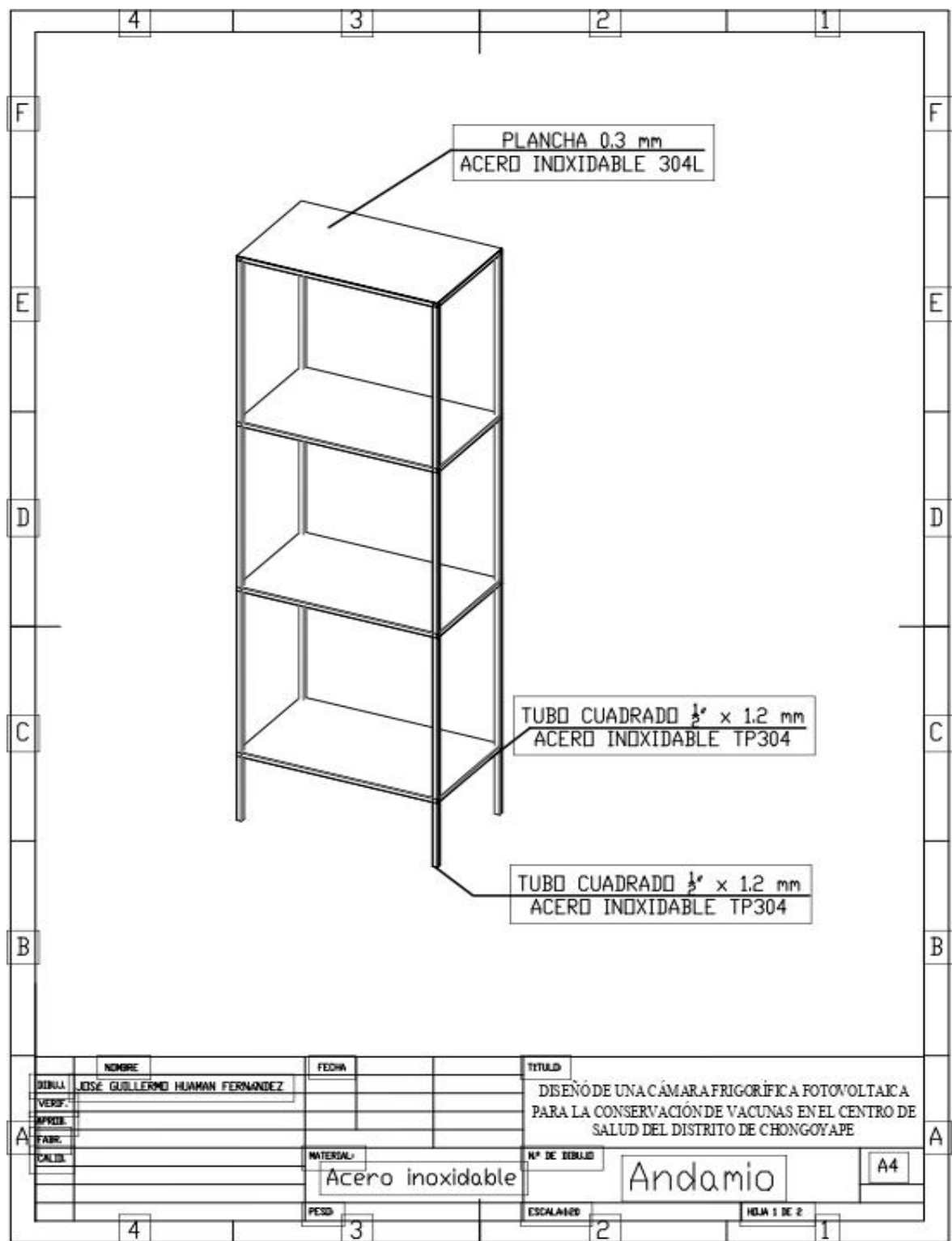
tipo b	(todas las presentaciones)	168 horas.	durante 168 horas.		Estable tras congelación hasta -25 °C
Polio inactivada	Estable de 1-4 años	Descenso del Antígeno D del tipo 1 después de 20 días	Pérdida total del Antígeno D del tipo 1 tras 20 días	No disponible	No debe congelarse. Fotosensible
Meningococo C conjugado (NeisVac-C)	Estable hasta 3 ½ años	Estable, al menos, 9 meses	Conserva hasta un 90 % de su actividad durante 30 días a 40 °C		Fotosensible. No debe congelarse, ni permanecer a menos de 2 °C
Meningococo C conjugado (Meningitec)	Estable hasta 2 años	Estable a 25 °C durante 3 meses	No puede superar 25 °C durante más de 24 horas		Fotosensible. No debe congelarse, ni permanecer a menos de 2 °C
Meningococo C conjugado (Menjugate)	Estable hasta 3 años	Estable, al menos, 6 meses	El liofilizado permanece estable durante 3 meses y el disolvente hasta 18 meses. Ambos a 30 °C		Fotosensible. No debe congelarse, ni permanecer a menos de 2 °C
Meningococo A,C,W,Y (Menveo)	Estable 3 años	Estable 72 horas entre 8 y 25 °C	Se desconoce		Evitar la luz. Entre 0 y 2 °C es estable 72 horas. Tras la reconstitución administrar inmediatamente, aunque es estable 8 horas a menos de 25 °C
Meningococo A,C,W,Y (Nimenrix)	Estable 4 años	Estable 168 horas	Estable 168 horas	Se desconoce	Evitar la luz. Tras la reconstitución administrar inmediatamente, aunque es estable durante 8 horas a 30 °C . Estable tras congelación hasta -25 °C
Neumococo conjugado (Prevenar 13)	Estable 3 años	Es estable a temperaturas de hasta 25 °C durante 4 días	Se desconoce	Es estable a temperaturas de 40 °C durante 4 días	No debe congelarse
Neumococo conjugado (Synflorix)	Estable 3 años	Estable durante 168 horas	Estable 24 horas a 37 °C	Se desconoce	No debe congelarse
Neumococo polisacárido	Estable 2 años	Estable desde 3 semanas hasta meses	Se desconoce		No debe congelarse
Triple vírica (MMRVaxpro)	Estable durante 18-24 meses	Actividad satisfactoria durante 1 mes	Actividad satisfactoria durante, al menos, 1 semana	50 % de pérdida de actividad satisfactoria después de 2 días a 40 °C	No debe congelarse. Proteger de la luz. La vacuna se debe inyectar rápidamente después de la reconstitución. Si no fuese posible, se debe conservar entre 2 y 8 °C y utilizar antes de 8 horas tras la

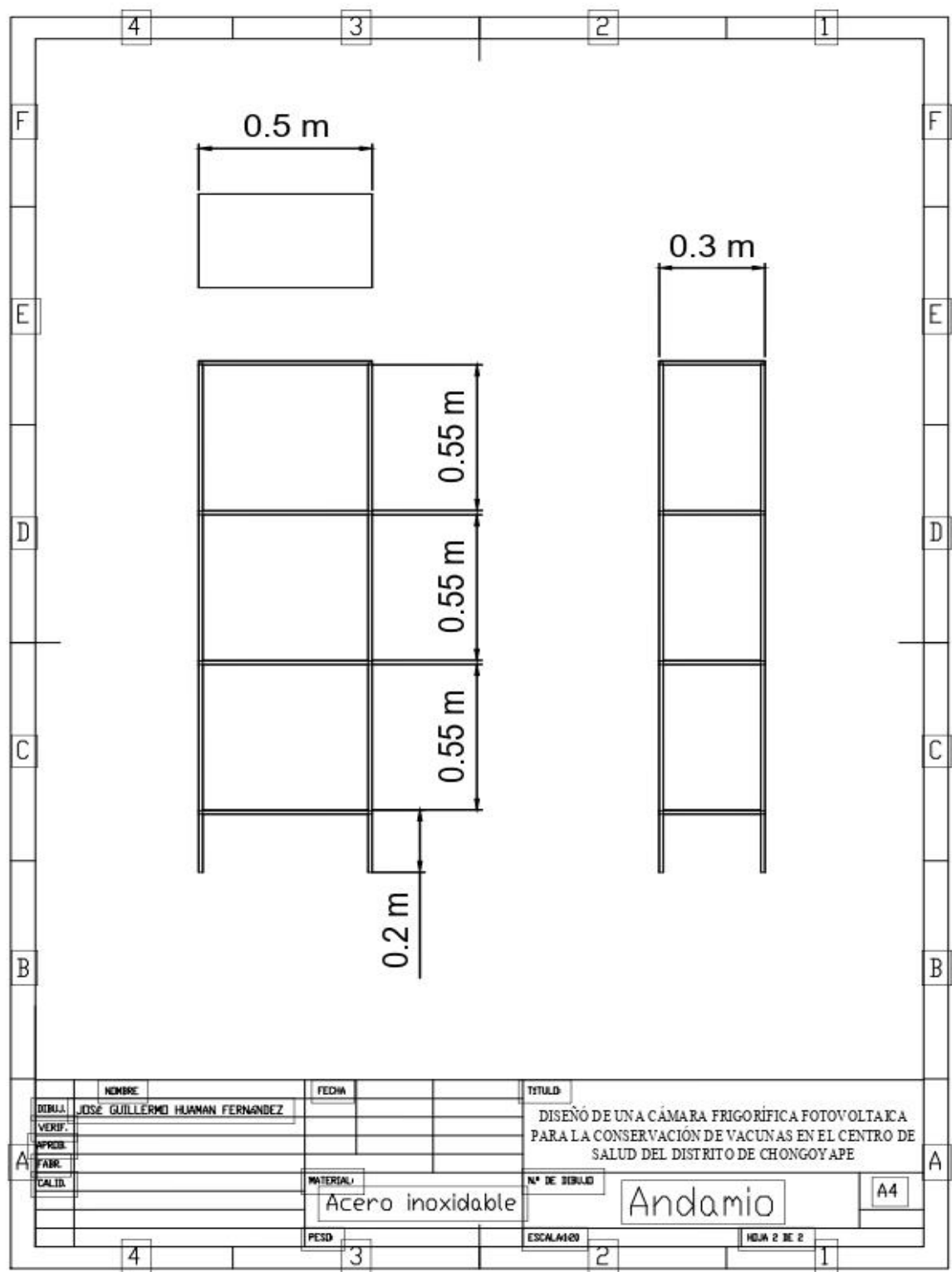
					reconstitución
Triple vírica (Priorix)	Estable 2 años	Estable 72 horas	Se desconoce		No debe congelarse. Proteger de la luz. La vacuna se debe inyectar rápidamente después de la reconstitución. Si no fuese posible, se debe conservar entre 2 y 8 °C y utilizar antes de 8 horas tras la reconstitución
Varicela (Varilrix)	Estable hasta 24 meses	Estable 72 horas	Se desconoce		Estable tras congelación hasta -25 °C. Fotosensible. Tras la reconstitución se puede mantener hasta 90 minutos a 25 °C y hasta 8 horas en nevera (entre 2 °C y 8 °C) antes de su uso
Varicela (Varivax)	Estable hasta 24 meses	Estable a 15 °C aproximadamente 4 meses. Estable a 27 °C durante 6 horas	Se desconoce		Se puede congelar el liofilizado, pero no el disolvente. Fotosensible. Tras la reconstitución mantiene estabilidad durante 30 minutos entre 20 y 25 °C
Tetravírica (Priorix Tetra)	Estable durante 18 meses	Estable 72 horas	Se desconoce		No congelar. Conservar en el embalaje original para protegerla de la luz. Tras la reconstitución mantiene estabilidad 24 horas conservada entre 2 y 8 °C
Tetravírica (ProQuad)	Estable hasta 24 meses	Se desconoce			Tras la reconstitución mantiene la estabilidad durante 30 minutos entre 20 y 25 °C
Papilomavirus (Cervarix)	Estable 3 años	Estable 168 horas entre 8 y 25 °C	Estable 24 horas entre 8 y 37 °C	Se desconoce	No debe congelarse
Papilomavirus (Gardasil)	Estable durante 3 años	Estable 72 horas entre 8 y 25 °C	Se desconoce		No debe congelarse
Papilomavirus (Gardasil 9)	Estable durante 3 años	Estable 72 horas entre 8 y 25 °C	Se desconoce		Estable durante 72 horas cuando

					se almacena a temperaturas de 0 °C a 2 °C. No congelar. Conservar el vial en el embalaje exterior para protegerlo de la luz.
Meningococo B (Bexsero)	Estable durante 3 años	Estable 48 horas	Se desconoce		Evitar la luz. No debe congelarse
Meningococo B (Trumenba)	Estable durante 3 años	Se desconoce	Se desconoce		No debe congelarse
Rotavirus (RotaTeq)	Estable durante 2 años	9 a 25 °C estable 48 horas. 26 a 30 °C estable 12 horas	Se desconoce		Una vez abierta, la vacuna debe usarse inmediatamente. No congelar. Conservar en el embalaje original para protegerla de la luz
Rotavirus (Rotarix)	Estable durante 3 años	Estable 72 horas entre 8 y 25 °C	Estable 24 horas entre 25 y 37 °C	Se desconoce	Una vez abierta, la vacuna debe usarse inmediatamente. No congelar. Conservar en el embalaje original para protegerla de la luz
Gripe	Validez limitada al año en curso	Estable durante escasos días. No debe superar los 20 °C	Muy inestable		Fotosensible
Hepatitis A	Estable 3 años	Estable 2 semanas	Estable, al menos, 1 semana	Se desconoce	No debe congelarse. Havrix 720 y 1440 entre 8 y 25 °C estables 72 horas. Vaqta 25 y 50 a 28 °C estables 3 meses
Hepatitis A+B (Twinrix pediátrico y adultos)	Estable 3 años	Estable 2 semanas a 21 °C y durante 168 horas a 22-25 °C	Estable 1 semana a 37 °C	Se desconoce	No debe congelarse
BCG	Estable durante 18 meses	Estabilidad variable. 20-30 % de pérdida de viabilidad en 3 meses	Estabilidad variable. 20 % de pérdida de viabilidad en 3 a 14 días	Inestable	A 70 °C pérdida de viabilidad en 30 minutos Fotosensible. No congelar. Una vez reconstituida permanece estable 4 horas
Cólera (Dukoral)	Estable durante 3 años	Estable a temperaturas no superiores a 25 °C durante un período de 14 días	Se desconoce		No congelar. Una vez que se ha disuelto el granulado efervescente en agua y se ha añadido la suspensión que

					contiene la vacuna, la mezcla debe ingerirse en un plazo máximo de 2 horas
Fiebre amarilla (Stamaril)	Estable durante 3 años	Se desconoce			No congelar. Conservar el vial de polvo y la jeringa de disolvente en el embalaje exterior para protegerlo de la luz. Después de la reconstitución, usar inmediatamente
Fiebre tifoidea atenuada (Vivotif)	Estable durante 18 meses	Estable 24 h a 25 °C	Inestable	Inestable	Fotosensible. Estable hasta 72 h entre -19 °C y +1 °C
Fiebre tifoidea inactivada (Typhim Vi)	Estable 3 años	Estable 2 años a 22 °C	Estable 6 meses a 37 °C	Se desconoce	No congelar
Rabia (células diploides humanas) (Vacuna antirrábica Merieux)	Estable 3-5 años	Estable hasta 18 meses	Estable 1 mes	Estable durante varias semanas	Estable a la congelación

Anexo 04.- Planos Mecánicos





Anexo 05.- Historial de Temperatura Distrito de Chongoyape

Día	Febrero		marzo		abril		mayo	
	Max	Min	max	min	max	min	Max	min
1	32.2	19.8	33	20.8	30.2	20.8	30.4	18.4
2	31	19.2	31.6	20.6	27.8	21.2	32.4	19.2
3	30.6	20.6	32	21	33.2	19.8	31.4	17.2
4	30.8	20.8	29.6	20.8	32.2	20.4	30	19.6
5	33	20.4	32.2	20.6	31.4	20.2	29.6	19.2
6	30.2	20.6	30.4	20.8	31.4	19.2	31.2	19.4
7	31.8	20	33.6	17.4	30.8	19.6	31	18.8
8	29.8	21	34.2	17.6	31.2	19.8	28.6	18.6
9	31.8	19.6	32.8	19.6	31	20.6	30.2	20
10	31.2	21	31.8	19.8	33	19.4	31.2	19
11	33	20	32.4	17.2	33.2	19.6	26.8	17.2
12	32.6	20.2	32	17.4	31	18.6	29	17.8
13	33.4	20.6	33.2	18.4	30.2	20.4	27.2	18
14	33.6	20.4	34	18.8	31.8	19.8	29.2	18.2
15	29.6	21.4	32.4	18.6	32.2	17.2	29.6	17.8
16	30.4	22	33.6	20	30.2	17	30	18.4
17	30.8	21.8	29	21	32	17.6	29.4	17.6
18	28	21.6	28.6	21.6	30.8	17.4	27.6	17.2
19	30.2	21.8	32.6	21.2	31.6	17.2	28.8	18.2
20	33.2	19	32.8	21.2	31.6	17.6	28.6	16
21	33.6	19.2	32.6	19.8	31.8	17.8	29.4	16.4
22	33.8	18.4	33	18.6	31.2	18	30.4	18
23	33.2	18.2	32.4	19	31.6	18.8	28.4	16.4
24	33.8	19.6	33	22	32.8	19.8	29.6	16
25	32.8	17	32.6	18.8	33.4	20.4	28	15.6
26	33.4	18.4	30.4	18.4	31.4	20.8	28.2	15.4
27	32.6	21.4	32.6	18.2	33	18.8	28.6	15
28	32	21.6	31.8	20.4	30	21.2	27.8	15.2
29			31.6	20.8	29.2	21	29.6	17
30			31	20	31.6	19.4	26	15.2
31			29.8	20.2			26.6	15.4

Día	Junio		julio		Agosto		Setiembre	
	Max	Min	max	min	max	min	Max	min
1	25.8	15.2	26	15	27	15.8	26	15.4
2	26	16.2	24.8	14.2	27.4	14.8	26.6	14
3	27.8	15.2	24.8	14.6	28	16	28.4	14.2
4	28.2	16.2	26.2	14.4	28.4	15	28.8	15
5	26.4	15.4	25.2	14.6	27.4	15.2	29	14
6	25.6	16.2	24.6	15.2	25	14.8	29.6	15.2

7	27.2	16.4	23.6	15	25.8	14	29	14.4
8	28.2	14.4	25.4	14.8	26.2	13.8	25	15.4
9	25.2	16.8	24.8	14.2	27.8	14.8	26.4	15.2
10	29.2	15	26.4	14.2	27.6	14.2	27	14.8
11	25	15.6	26.2	14.6	26.4	14.4	28.4	13.4
12	25.8	16.2	27.8	14.4	27.2	14.6	27.4	14
13	28.6	16.4	26.8	14.4	24.8	15	28.4	15.6
14	24.2	16.8	26.6	15	27.4	14.8	27.6	15.2
15	24.4	16.2	24.6	15.6	27.6	13.6	27.8	15
16	26.6	14.2	25	13	27.8	15	28.6	14.6
17	27.6	14.4	23.4	14.2	28.6	14.8	27.8	15
18	23.8	14.8	26.4	15	26.2	14	28.6	14.8
19	23.6	14	27.4	15.6	28	14.6	28.2	13.6
20	24.6	15.2	28	16.2	29.6	14	27.4	13.8
21	23.8	16.4	28.4	16.8	26.6	14.2	28.8	15.4
22	21.4	14.6	28	16.4	27	14.4	28.6	14
23	21.8	14.4	27	16	27.2	15.4	27.8	14.4
24	24.8	15	28.8	15.6	27	13.4	30	15.2
25	27.6	16.2	26.4	15.4	27.6	12.8	29.2	15
26	26	15.6	26.4	16	28.4	14.4	29.6	14.4
27	26.4	13.6	26.2	14.6	28	15	30	15.8
28	25.2	13.8	26	15.8	28.4	15.4	30.2	15.2
29	25.8	14.4	27	14.2	27.6	14	29.2	15
30	27.2	14.6	24.8	15.6	26	14.4	29	14.8
31			28.4	14.8	25.8	14.6		